EN BOK FÖR DE VETGIRIGE.

VETENSKAPENS SAGOLAND

af

ARABELLA BUCKLEY.

BEMYNDIGAD ÖFVERSÄTTNING

FRÅN ORIGINALETS **SJUTTONDE** TUSENDE
AF

HELLEN LINDGREN OCH **KARL** AF **GEIJERSTAM.**

MED ÖFVER SJUTTIO ILLUSTRATIONER.

STOCKHOLM
LARS HÖKERBERGS FÖRLAG.

Förord till den elektroniska utgåvan

Under arbete...

EN BOK FÖR DE VETGIRIGE.

VETENSKAPENS SAGOLAND

af

ARABELLA BUCKLEY.

BEMYNDIGAD ÖFVERSÄTTNING

FRÅN ORIGINALETS SJUTTONDE TUSENDE

HELLEN LINDGREN och KARL AF GEIJERSTAM,

MED ÖFVER SJUTTIO ILLUSTRATIONER.

STOCKHOLM

LARS HÖKERBERGS FÖRLAG. STOCKHOLM, TRYCKT I CENTRAL-TRYCKERIET, 1886.

INNEHÅLL.

Sid.

Kap. 1. Om vetenskapens sagoland .... 1.

» 2. Solstrålarna och det arbete de uträtta ...... 28.

» 3. Lufthafvet, hvari vi lefva .... 53.

» 4. En vattendroppe på resa .... 77.

» 5. De två stora bildhuggarne Vatten och Is ... 103.

» 6. Naturens röster och huru vi höra dem ...... 132.

» 7. En gullvifvas lif .... 159.

» 8. Ett stycke stenkols historia.................... 180.

» 9. Bina i bikupan .... 205.

» 10. Blommor och bin .... 225.

—

FÖRSTA KAPITLET.

Om vetenskapens sagoland: huru man kommer dit; hvad gagn man har af det; och hvilken glädje man har af det.

Jag har lofvat att visa dig vägen till vetenskapens sagoland; det är ett djerft löfte, eftersom de flesta troligtvis föreställa sig, att vetenskap icke är annat än en hop torra fakta, medan

sagoverlden deremot innehåller allt möjligt vackert och är full af dikt och underverk. Men sjelf är jag lifligt öfvertygad och hoppas också kunna öfvertyga dig, att äfven vetenskapens verld är full af sköna taflor, verklig poesi, undergörande feer. Och hvad mera är, jag törs utlofva lif och verklighet åt dessa feer, dem du skall älska lika mycket, när du blir gammal och grå, som medan du är ung; ty du skall alltid kunna hafva dem till hands, hvarhelst du färdas, det må vara till lands eller till sjös, öfver äng eller genom skog, i haf eller luft; och fastän de alltid sjelfva äro osynliga, skall du icke undgå att se verkningarna af deras underfulla makt öfverallt omkring dig.

Låtom oss då först ett ögonblick tänka efter, hvad slags sagor vetenskapen kan hafva att förtälja och hur pass de kunna vara lika de gamla fesagorna, som vi alla så väl känna till. Hvem kommer icke ihåg sagan om prinsessan Törnros i den sofvande skogen, hur hon blef förtrollad af den elaka fen och stack sig på sin slända samt sedan sof i hundra år? Huru hästarna i stallet, hundarna på gårdsplanen, dufvorna på taket, kocken, som just höll på att ge kökspojken stryk, och kungen och drottningen och allt hoffolket — huru de alla med ens blefvo förstenade, under det att en ogenomtränglig häck växte upp omkring slottet och allt derinne vardt så tyst och stilla som i grafven. Men när de hundra åren voro gångna, kom den käcke prinsen, och törnehäcken öppnade sig framför honom och bar vackra blommor; och han inträngde i slottet, kom fram till rummet, der prinsessan låg, och med en enda kyss på hennes läppar väckte han henne och alla de andra till nytt lif.

Kan vetenskapen berätta någon saga som är så märkvärdig?

Säg, fins det någonting i hela verlden, som har så mycket att bestyra och är så beställsamt som vatten? Än ilar det framåt i den strömmande bäcken och hoppar öfver stockar och stenar, än forsar det i källan, än dryper det från

taket, än åter gungar det som små krusiga vågor på dammens yta, när vinden blåser öfver den. Men har du aldrig sett vattnet orörligt och likasom förtrolladt? Titta ut genom fönstret någon riktigt kall vintermorgon och se på den lilla bäcken, som för en dag sedan eller två flöt fram förbi huset, och se nu, hur stilla den ligger, med stenarna, öfver hvilka den nyss hoppade, tätt inklämda i istäcket. Lägg också märke till krusningarna på dammen; de ha blifvit fasta och orörliga. Titta efter på hustaket. Der ser du nu i stället för lefvande dufvor, som helst tycka om att sofva, rinnande vatten, som fängslades just som det skulle till att falla och blef förvandladt till genomskinliga ispiggar, hvilka nu pryda takfoten med en vacker kristallfrans. På hvar enda buske, hvart enda träd skall du, om du ser efter, finna små vattendroppar i form af iskriställer, men vattenkonsten, fontänen, ser närmast ut som ett träd af bara glas med långa nedhängande och spetsiga blad. Och till och med din egen andedrägt ligger stel och orörlig på fönsterrutan och har frusit till ett fin spunnet mönster, som liknar ormbunksblad af is.

Och allt detta vatten rörde sig ännu i går fritt och otvunget eller föll droppe för droppe, eller simmade, fastän osynligt, i luften. Nu är det alltsammans fängsladt och förtrolladt och — af hvem? Det är frostjätten, som med sina besvärjelser håller det fast i sina klor och icke vill släppa det loss mera.Men vänta bara, så kommer nog befriaren! Om några få veckor eller dagar, eller kanske blott om några timmar, börjar solen åter att skina. De mörkgrå, blyfärgade molnen skola smälta bort för henne, just som häcken gaf vika för prinsen i fesagan, och när solstrålen ger det frusna vattnet sin milda kyss, blir det åter fritt. Då börjar på nytt bäcken att strömma; rimfrosten skakas ned från träden, ispiggarna falla från taket, vätan sipprar ned för fönsterrutan och i det klara varma solskenet får allt nytt lif.

Är icke detta en af naturens fesagor? Och sådana fesagor är det vetenskapen berättar.

Likaså, hvem har icke hört talas om flickan, som. kom ut ur ett ihåligt träd och hade en valnöt, som innehöll tre underbara klädningar — den första glänsande som solen, den andra blek och vacker som månen, den tredje fläckig som den stjernströdda himmeln och alla så fina och så tunna, att alla tre kunde rymmas i nötskalet? Men vetenskapen kan berätta om musselskal så små, att en hel bundt kan få rum på en knappnålsspets och många tusen skulle kunna rymmas i ett nötskal; och dock är hvarenda en af dessa små skal icke blott klädningen utan boningsplatsen för ett lefvande djur. Allesamman äro små, små skalpalats, tillverkade af det mest ömtåliga trådnät, det ena mönstret grannare än det andra; och hvad som är ännu märkvärdigare, det späda djuret, som lefver der, har bygt det af hafsskummet, fast det sjelf icke ser ut att vara annat än en geleaktig droppe.

Slutligen minnas nog alla, som läst Münchhausiader, mannen, hvars syn var så skarp att han, när han sköt till måls, kunde träffa ögat på en fluga, som satt i ett träd på en fjerdingsvägs afstånd.Är det nu möjligt, frågar jag, att se gasen, innan den år påtänd, äfven fast den strömmar ut ur gasarmen tätt framför våra ögon? Och ändå, om du en gång lär dig att sköta det underbara instrument, som kallas spektroskopet, skall det bli möjligt för dig att upptäcka olika slags gaser och skilja den ena från den andra, ocbv det fastän de äro så långt borta som på solytan, det vill säga på ett afstånd af mer än fjorton millioner mil; ja ännu mer, denna underbara kikare skall uttyda för dig beskaffenheten af de olika gaserna i de omätligt aflägsna stjernorna, som äro billiontals mil långt borta, och berätta dig, om du der kan finna några metaller af samma slag. som dem vi hafva här på jorden.

Vi skulle kunna finna hundratals sådana sagor i vetenskapens rike, men dessa tre kunna tjena som exempel och vi måste gå vidare för att göra bekantskap med vetenskapens sagoväsen personligen och se, om de äro lika verkliga som våra gamla vänner jättarne, tomtarne och feerna.

Säg mig först, hvarför du tycker så mycket om sagornas land? hvarifrån har det fått' sitt behag? Månne icke derutaf, att der sker allt så plötsligt, så hemlighetsfullt och utan att någon menniska behöfver hjelpa till? I sagoverlden spira blommorna och växa husen upp ur marken som Aladdins, slott på en enda natt, och folk flyttas hundratals mil i ett nu endast genom beröringen af ett trollspö.

Men det vore ett misstag att tro, att detta land är beläget i någon aflägsen trakt af jorden, dit vi aldrig kunna hoppas att komma. Det ligger här midt framför oss, endast vi öppna våra ögon, ty eljes kunna vi icke se det. Luftandarna, som Shakspeare berättar oss om och som du känner, om du sett »Midsommarnattsdrömmen» eller läst»Stormen», lefva icke i någon okänd trakt. Tvärtom sjunger Ariel så här: Jag honung suger som ett bi,

Gullvifvans klocka bor jag i Och ligger der vid ugglans skri. På läderlappens vinge fri Jag flyr, nar sommarn är förbi. När landtmannen en afton somnat in i skogen, öppnas hans ögon af ett trollspö, så att han ser småtrollen och tomtarna, hur de dansa rundt omkring honom på den gröna gräsmattan och klättra på svamparna eller sitta hopkrupna i blomkalkarna och dricka ur bägare af ekollon, fäkta med grässtrån och rida på gräshoppor.

Äfven den bålde riddaren får se sådant, när han rider för att frälsa någon stackars förtryckt prinsessa och arbetar sig fram genom den skummande floden; just i dess midt, när han håller på att sopas bort i strömhvirflarna, falla fjällen från hans ögon, och då ser han fagra vattennymfer, som vederqvicka hans skrämda häst och föra honom sjelf oskadd till motsatta stranden. Dessa sagoväsen äro alltid tillreds att hjelpa den beskedlige landtmannen eller den dugtige riddaren eller hvem som helst, som har fått gåfvan att se andar. Men den, som gycklar med sådant och icke tror på det eller bryr sig om det, han ser dem aldrig. Endast någon gång spela de honom ett fult spratt, narra honom in i något bedrägligt moras och lemna honom sedan att reda sig bäst han kan.

Och detta allt, som gäller om barndomens sagoväsen, gäller också om vetenskapens. Det fins *krafter* rundt omkring oss och ibland oss, *krafter,* som jag skulle vilja kalla tomtar eller feer eller andeväsen och som ha tio tusen gånger underbarare och mera troll ska saker för sig än de gamla barnkammarsagornas. De äro äfven osynliga, och många menniskor både lefva och dö utan att någonsin se dem eller bry sig om att få se dem. Dessa menniskor gå omkring med tillslutna ögon, antingen derför att de icke vilja öppna dem, eller derför att ingen har lärt dem konsten att hålla dem öppna. De bråka sitt hufvud med sitt eget lilla bestyr och kinka öfver sina egna små bekymmer och veta icke, hvilken hvila och vederqvickelse det är, då vetandets feer fått öppna ens ögon och visa en naturens lugna ljufva taflor. De äro just lika gossen i visan, om hvilken det heter: Om blomman var röd eller blå, Såg Peter ej mycket på. Och ros, som log i färger klara, Han kallade: »en blomma bara». Men vi vilja icke göra som han, vi vilja öppna våra ögon och taga reda på, hvilka de äro dessa krafter eller andeväsen, och huru vi kunna se dem. Gå helt enkelt ut en gång på landet och sätt dig ned stilla och gif akt på naturen, hur hon arbetar. Lyssna på vinden, när den blåser, se på molnen, när de vandra högt öfver ditt hufvud, och på vattnet som porlar i bäcken vid dina fötter. Stanna framför bäcken, som flyter förbi, gif akt på blomknopparna, allt efter som de öppaa sig, en efter annan, och fråga dig sedan: »hur går allt detta till?» Gå ut om qvällen och se, hur daggen samlar sig droppe för droppe på gräset, eller sök reda på de fina rimfrostkristallerna, som om vintermorgnarna glänsa på hvart enda blad. Lägg märke till debländande blixtarna, när det stormar och åskan går, och lyssna till det mullrande dånet! Säg mig sedan, med hvilket maskineri alla dessa trollkonster utföras! Menniskan gör ingenting för deras utförande, ej heller kunde hon hindra dem, om hon också försökte; alltsammans är tillstäldt af dessa osynliga krafter eller tomtar, hvilkas bekantskap jag önskar du skall göra. Dag och natt, sommar och vinter, i storm eller stiltje äro de i full sysselsättning, och vi kunna höra dem och lära känna dem och blifva vänner med dem, om vi vilja.

Det är endast en gåfva, vi måste hafva, innan vi kunna lära känna dem — vi måste hafva *fantasi* eller inbillningskraft. Jag menar icke förmågan att göra sagor, att skapa overkliga bilder och orimliga vidunder, men inbillningskraft, förmågan att i vår själ framkalla en tafla eller en *bild* af livad som verkligen *finnes till,* om det också är osynligt för oss. De flesta barn hafva denna präktiga förmåga och tycka om att måla för sig sjelfva allt som berättas dem och höra gerna samma historia om och om igen, tills de se det alltsammans, alldeles som om det vore lefvande. Derför kan man vara nästan viss på, att de också skola tycka om vetenskapen, om dess sagor berättas dem rätt; och jag för min del hoppas, att den dag aldrig må komma, när vi förlora denna barnsligt klara-åskådning, som gör det möjligt för oss att genom de ting, som äro synliga, fatta de eviga sanningar, som äro osynliga.

Om du har denna inbillningens gåfva, följ mig då, och vi skola tillsammans gå ut på spaning efter naturens osynliga tomtar.

Låt oss först uppmärksamt betrakta en regnskur. Hvarifrån komma dropparna? och hvarför äro de runda eller rättare något ovala? I fjerdekapitlet skola vi finna, att de ytterst små vattenpartiklar, af hvilka regndropparna bestå, höllos åtskilda och osynliga i luften af *värmen,* en af de mest underbara af våra krafter eller tomtar, till dess

den kalla vinden kom och afkylde luften. När det då icke längre fans så mycken värme, kom en annan osynlig kraft, som heter *kohesion,* som alltid fins till hands och passar på, och grep genast de små partiklarna samt kramade ihop dem till en droppe, den trängsta form, hvari de kunde ligga. Och allt efter som dropparna blefvo större, råkade de ut för ännu en annan osynlig kraft, *gravitationen,* som drog dem ned mot jorden, den ena efter den andra, tills de blefvo till en hel regnskur. Och nu stanna vi för ett ögonblick och tänka efter. Du har säkert hört talas om tyngdkraften, genom hvilken solen håller fast jorden och planeterna och nödgar dem att röra sig kring henne i regelbunden ordning? Välan, det är just samma kraft, som är i verksamhet, så ofta en regnskur faller på jorden. Hvem kan nu säga, att icke den kraften är en stor osynlig jätte, som ständigt och jemt, tyst och osynligt sysslar med smått och stort, antingen vi vaka eller sofva?

Och nu är skuren förbi, solen kommer fram, och marken är snart så torr, som om intet regn hade fallit. Säg mig, hvart ha regndropparna tagit vägen? Några hafva säkert sjunkit ned i jorden, och hvad de återstående beträffar, om dem brukar man säga att solen har torkat bort dem. Ja, men huru? Solen är mer än fjorton millioner mil långt borta; hur har hon kunnat träffa regndropparna? Har du någonsin hört talas om några osynliga vågor, som hvart ögonblick äro i rörelse genom den vida rymden mellan solen och oss? Vi få i nästakapitel se, huru dessa vågor äro solens budbärare till jorden, huru de slita sönder regndropparna på marken, splittra dem i små, små delar, allt för små för att vi skulle kunna se dem, och bära dem bort till molnen. Se der ännu några osynliga andeväsen, som hvart ögonblick äro sysselsatta omkring dig, och du kan icke ens se ut genom fönstret utan att se det arbete, de förrätta.

Om deremot dagen är kall och kylig, faller icke vattnet längre som en regnskur; det kommer ned i skapnad af ljudlös snö. Gå ut efter ett sådant snöfall och granska några af de nedfallna snöflingorna; om du väljer bra prof, skall du upptäcka, att det icke är endast klumpar af fruset vatten, men att hvar och en af dem är en vacker sexuddig kristallstjerna. Huru hafva dessa kristaller fogats tillhopa? Hvilken makt har stält så till, att de fått denna prydliga form? I fjerde kapitlet skola vi lära oss, att uppe i molnen fins ett annat af våra osynliga andeväsen, som vi i brist på bättre namn få kalla »kristalliseringskraften»; denna tager hand om vattnets smådelar, innan kohesionen hunnit göra dem till runda droppar, och så formar han dem tyst men fort till dessa näpna kristallstjernor, som kallas snöflingor. Antag nu att snöfallet har, egt rum tidigt i april, lemna undersökningen af snöflingorna och skaffa i stället bort den nyfallna snön från blomsterbädden på ängen. Hvad är det för en liten grön spets, som sticker upp ur marken under snötäcket? Det är en späd snödroppsplanta. Kan du säga mig hvarför den växer? hvar den finner sin föda? hvad det är som tvingar den att sprida ut sina blad och öka sin stjelk dag från dag? Hvilka underbara tomtar äro här sysselsatta?Först och främst är här tillstädes det dolda andeväsen, som kallas »lifvet», och om detta veta äfven våra vise män endast helt litet. Men de veta ett och annat om dess arbetssätt, och i sjunde kapitlet skola vi lära känna, huru de osynliga tomtarna solstrålarna hafva sträfvat och arbetat också här, huru fjorårets snödroppsplanta tog hand om dem och gömde dem i sin lök, och huru nu på våren, så fort värmen och vätan suga sig ner i jorden, dessa små instängda solstrålar börja röra på sig och oroa innanmätet i löken, tills det sväller och spricker och ändtligen skickar ut ett litet skott genom jordytan. Då öfvertages arbetet af de solstrålar, som äro ofvan jord, och i de små löfven bildas gröna korn, som hjelpa dem att taga föda ur luften, under det att de små rötterna nedantill dricka vatten ur marken. Det osynliga lifvet och de osynliga solstrålarna äro här flitigt sysselsatta med att sätta ett annat andeväsen, »den kemiska attraktionskraften», i verksamhet, och så växer och blomstrar den lilla snödroppsplantan utan någon hjelp af dig eller mig.

En tafla till, och jag hoppas du skall tro på mina fesagor. Från den kalla trädgården springer du in i det hus, der du bor, och finner en vedbrasa instäld i kakelugnen, men ännu äro vedträden döda och hvita och vänta på att bli antända. Du repar eld på en tändsticka, och snart flammar lågan helt muntert. Hvarifrån kommer nu värmen? Eller har du sett en kamin, som eldas med kol, som glöda och brinna? Hvarför brinna kolen och hvarför sända de ut ett eldsken? Har du läst om jordandar eller gnomer, begrafna djupt ned i jorden, i grufvor, och fängslade der nere, till dess någon välgörande fe kommer och med sin trollstafbefriar dem och låter dem komma upp på jorden igen? Nåväl, för många tusen, ja millioner år sedan voro dessa kol örter och växter; och likasom snödroppen i

trädgården, så fångade de också solstrålar och stängde in dem i sina blad. Derpå dogo örterna och blefvo begrafna djupt ned i jorden och solstrålarna jemte dem; och likasom jordandarna lågo de fängslade der, till dess kolen gräfdes upp af grufarbetare och fördes till din eldstad; och just nu var det du sjelf, som tog trollspöet, som kunde sätta dem i frihet, i din hand. Du strök eld på en tändsticka mot plånet, och dess atomer stötte ihop med atomer af syre i luften och tvingade de två osynliga andeväsendena »värme» och »kemisk attraktion» till verksamhet, och de voro snart i full sysselsättning inne i veden eller kolen och stälde till en sammanstötning mellan deras atomer; och solstrålarna, som så länge varit i fängelse, bröto ut i flammor. Då slog du kanske ut med händerna och ropade: »åh, så varmt och skönt!» men foga tänkte du då på, att du värmde dig med solstrålar från urgamla tider.

Detta är ingen barnsaga; det är bokstafligen sant, såsom vi skola se i åttonde kapitlet, att värmen af en koleld aldrig kunde finnas, om icke forntidens växter hade begagnat solstrålarna för att dana sina blad och hölle dem i ordning att åter släppa ifrån sig sin värme, så fort dessa förstörda blad förtäras af elden.

Tror du nu på mitt sagoland och bryr du dig något om det? Kan du med inbillningen se tomten *Kohesion,* som alltid är färdig att pressa tillsammans atomerna, när de komma mycket nära hvarandra; eller tomten *Gravitation,* som drager nedregndropparna mot jorden; eller tomten *Kristalliseringskraft,* som bygger snöflingorna i molnen? Kan du se som på en tafla små, små solstrålsvågor af ljus och värme, som färdas från solen till jorden? Skulle det, roa dig att få veta, på hvad sätt ett annat besynnerligt väsen, *Elektriciteten,* slungar blixten tvärs igenom molnet och förorsakar den mullrande åskan? Bryr du dig om att få veta, huru solen bär sig åt för att göra bilder af den verld, hon lyser, på, så att vi kunna förskaffa oss fotografier eller solritningar af alla vackra utsigter och platser på jorden? Och känner du dig nyfiken att lära känna tomten *Kemisk kraft,* som åstadkommer sådana märkvärdigheter i luften, jorden och vattnet? Om du har fått någon lust att lära känna och bli god vän med dessa osynliga krafter, är nästa fråga denna:

Hur kan man komma in i vetenskapens sagoland?

Det fins blott en väg. Likasom riddaren och bonden måste äfven du öppna dina ögon. Det är ingen brist på föremål att undersöka, allting rundt omkring dig kan berätta någon historia, om det blir berördt af inbillningskraftens trollstaf. Ofta, när jag sett något litet sjukt barn dragas i sin vagn gatan utefter, liggande på sin bädd, medan andra barn hoppa och leka, har jag tänkt på, huru mycket nöje man kunde bereda sjuka barn i deras hem eller på sjukhusen, om de endast kunde få de historier berättade för sig, som ligga fördolda i dé ting, som omgifva dem. De behöfde alls icke flytta sig från sin säng, ty solstrålarna kunna falla på dem lika väl der, och i en solstråle fins det historier nog för att kunna fördrifva tiden en hel månad. Elden i kakelugnen, lampan vidsängkanten, vattnet i karaffinen, flugan på taket öfver dem, blomman i vasen på bordet, hvad som helst, allting har sin historia och kan uppenbara för oss naturens osynliga tomtar.

Med ett förbehåll likväl: att man sjelf önskar att se dem. Om du går din väg fram genom verlden och icke ser på saker och ting annorledes än för att få veta, huru vida de duga att äta eller att dricka eller att nyttja på något annat sätt, då skall du aldrig få se skymten af vetenskapens sagoverld. Men om du frågar dig, hvarför det och det sker eller på hvad sätt den store Guden öfver oss ordnar och styr den verld, hvari vi lefva; om du lyssnar till vinden och lagar att du får lära dig, hvarför den blåser; om du frågar den lilla blomman, hvarför hon öppnar sin kalk i solskenet och sluter den i stormen, och om, när du finner frågor, du icke kan besvara, du vill göra dig besvär att forska i böcker eller att göra experiment för att upptäcka svaren på dina egna frågor, då skall du lära både känna och älska dessa sagolika väsen i vetenskapens verld.

Kom i håg att jag icke råder dig att ständigt och jemt göra andra menniskor frågor; ty ofta är en fråga, som fort besvaras, lika hastigt glömd, men en svårighet, som verkligen öfvervunnits, är en seger, som räcker i all tid. Om du till exempel frågar, hvarför regnet torkar på marken, skall du sannolikt få det svaret, att »solen torkar bort det», och det händer lätt, att du då nöjer dig med bara ljudet af orden. Men om du håller en våt näsduk framför elden och ser ångan liksom stiga upp ur den, då får du en verklig föreställning om, huru vätan kan genom

värmen dragas ur jorden.Jag har en brorsdotter, som är bosatt i främmande land och som en morgon — hon var då blott fyra år gammal — stod vid sängkammarfönstret och såg på imman, som sipprade ned utefter fönsterrutan.

»Faster», sade hon, »hvarför regnar det på insidan af rutan?» Det var alldeles gagnlöst att i ord söka förklara för henne, hur vår andedrägt hade blifvit förtätad till vattendroppar på det kalla glaset; i stället torkade jag rutan ren och andades sedan på den flere gånger: När det hade bildats nya droppar, sade jag: »Cissy och faster hafva gjort så hela natten i rummet.» Hon nickade med sitt lilla hufvud och roade sig en lång stund med att andas på fönsterrutan och iakttaga de små dropparna; och omkring en månad efteråt, när vi reste tillbaka till Italien, såg jag henne följa dropparna på vagnsfönstret med sitt lilla finger och hörde henne tyst säga till sig sjelf: »Det är Cissy och faster som ha gjort er.» Hade icke till och med detta lilla barn i sitt inre ett slags lefvande föreställning om osynligt vatten, som kom från hennes mun och bildade droppar på fönsterrutan?

Vidare måste du lära dig vetenskapens språk något litet. Om du reser genom ett land utan någon kunskap om språket, kan du lära dig känna endast helt obetydligt om det; och på samma sätt, om du måste hemta svaren på dina frågor ur böcker, måste du till en viss grad lära dig det språk, de tala. Du behöfver icke lära dig svåra vetenskapliga namn, ty de bästa böckerna ha minst af sådana; men du måste fullt förstå, hvad som menas med allmänt brukliga ord.

Ett exempel! Huru få äro icke de, som kunna ordentligt redogöra för skilnaden mellan en *fastkropp,* som t. ex. träet i ett bord, en *vätska,* som t. ex. vatten, och en gas, sådan som t. ex. den jag kan släppa ut ur en gasarm, om jag vrider om kranen. Och ändå kan hvarje barn göra sig en liflig bild af allt detta, om endast det får det lättfattligt framställdt.

Allting här i verlden är hopkommet af små, små delar eller partiklar; i en *fast* kropp äro dessa partiklar så tätt sammanpackade, att man måste med våld slita dem i sär, om man vill förändra den fasta kroppens form. För att bryta eller böja en käpp af trä måste jag tvinga dess smådelar att flytta. sig från sin förra plats, och jag måste anstränga mig för att göra detta. I en *vätska* deremot hållas visserligen smådelarna också tillsammans, men packa sig icke tillhopa tätt, utan kunna rulla eller glida omkring hvarandra så, att, när man slår ut vatten ur en kopp på ett bord, det förlorar sin kopplika form och sprider sig utefter den platta bordskifvan. I en *gas* slutligen hållas icke smådelarna alls tillsammans, utan försöka tvärt om flyga bort från hvarandra; och om man icke stänger in en gas ordentligt, sprider den sig ganska snart öfver hela rummet.

Således: en fast kropp intager samma rymd och bibehåller samma form, om icke något våld förändrar den; en vätska intager samma rymd men bibehåller icke samma form, om man låter den rinna; en gas deremot hvarken intager samma rymd eller bibehåller samma form, utan sprider sig tvärt om öfver så stor rymd den kan finna, hvarhelst den kan komma fram. Så enkla saker som dessa måste du lära dig af böcker eller genom experiment.

Dessutom måste du lära dig, hvad som förståsmed *kemisk attraktion;* och ehuru jag visserligen kan i största allmännelighet här förklara den, måste du sjelf göra många roliga experiment, innan du kan få någon verklig kunskap om denna underbara makt. Om jag upplöser socker i vatten, så försvinner det visserligen, men det förblifver dock socker och förenar sig icke med vattnet. Jag behöfver blott låta koppen stå, till dess vattnet torkar, så är sockret qvar på bottnen. Der har ingen kemisk attraktion verkat.

Fig. 1 Ett stycke kalium i en skål med vatten.

Nu deremot skall jag lägga ned i vattnet något annat, som strax skall mana fram den trolska kraften. Här är ett litet stycke af metallen kalium, ett af jordens enkla ämnen eller grundämnen; det vill med andra ord säga: vi kunna icke sönderdela det i andra ämnen, utan hvarhelst vi finna det, är det alltid likadant. Om jag nu lägger detta stycke kalium i vatten, försvinner det icke på samma sätt som sockret. Det hvirflar omkring i vattnet med en förskräcklig fart och snurrar rundt med en blå låga omkring sig, och till sist far det upp med en smäll.

Hvad är det nu, som har inträffat?

Först måste du veta, att vatten består af två ämnen, väte och syre, och dessa äro icke endast

löst sammanbundna, men så fullständigt förenade, att de sjelfva hafva försvunnit som skilda ämnen och blifvit till vatten, och hvarje atom vatten innehåller två atomer väte och en atom syre. Nu är metallen kalium högst betagen i syre, och ögonblickligen, som jag kastade kalium biten i vattnet, kallade han till hjelp den tomte, som heter *kemisk attraktion,* och drog syreatomerna ut ur vattnet och förenade dem med sig. Härvid lade han också beslag på en del af vätet, men endast hälften, och derigenom blef återstoden lemnad utan sällskap. Men när kalium och syre stötte ihop, uppstod en sådan värme, att återstoden af vätet blef starkt upphettad t och hoppade upp i luften för att söka sig någon annan kamrat till ersättning för hvad det hade förlorat. Här fann det litet fritt syre i luften och grep det så våldsamt, att de tillsammans slogo ut i en brinnande låga, medan kalium-metallen och dess nyfunna syre och väte återfinnas i vattnet som *kalilut.* Du finner således, att vi nu hafva fått ett alldeles nytt ämne, *kalilut,* i skålen; det åstadkoms med rätt mycket buller och bång af den *kemiska attraktionen,* som förenat olika slags atomer med hvarandra.

När du kan göra dig en klar föreställning om denna kraft, skall det i hög grad hjelpa dig att förstå, hvad du läser om naturen och sjelf ser i den.

Vidare, eftersom växter öfverallt spira upp omkring dig och äro så vigtiga här i verlden, måste du också lära dig en del namn på växternas olika delar, så att du kan förstå de böcker, som förklara, huru en växt växer och lefver och bildar sina frön. Du får också lof att känna de vanligaste namnen på djurens och på din egen kropps olika delar, så att du kan intressera dig för deolika organernas olika bruk; hur du andas och hur ditt blod flyter; hur det kommer sig att ett djur går, ett annat flyger och ett tredje simmar. Äfven måste du lära dig ett och annat om verldens olika delar, så att du kan förstå hvad som menas med en flod, en slätt, en dal eller ett delta. Allt detta är icke svårt, och du kan lära det med nöje ur enkla böcker om fysik, kemi, botanik, fysiologi och fysisk geografi; och när du en gång förstår några få klara vetenskapliga termer, skall du, om du blott öppnar dina ögon och dina öron, alldeles af egen drift med nöje kunna vandra omkring i vetenskapens sagoland. Hvar du går, skall du finna

»i träden ett språk, i hvar ilande bäck en bok, i stenarna manande röster, i allt ett godt».

Och nu hafva vi kommit in på senare delen af vårt ämne för detta kapitel. När du en gång nått fram till och kommit innanför portarna till vetenskapens land, hur skall du ha något gagn och någon glädje deraf?

Detta är en särdeles vigtig fråga, ty du kan draga nytta af det på två sätt. Om du endast fikar efter att lysa i verldens ögon, kan du begagna det hufvudsakligen till att skaffa dig utmärkelser, sitta öfverst i klassen eller bestå dina examina; men om du också älskar detta sagolands hemligheter och önskar att lära dig mer och mer om naturen och fördjupa dig i drömmar om dess skönhet, då kommer du att studera vetenskapen också för dess egen skull. Och nog är det att sätta värde på att få premie och att sitta öfverst i klassen, ty det visar att du är flitig; likaså är det ett godt tecken om du består dina examina med heder, ty det visar, att du är samvetsgrann; men om du studerar vetenskapen*uteslutande* för dessa sakers skull, beklaga dig då icke, om du finner den torr och tråkig eller svår att komma underfund med. Du kan lära dig en hel hop nyttiga saker, och naturen skall alltid svara dig sannfärdigt, om du frågar samvetsgrant, men hon skall gifva dig torra fakta eller just det du begär af henne. Om du icke älskar henne för hennes egen skull, skall hon aldrig visa dig någon ömhet.

Detta är anledningen, hvarför så många jämra sig, att vetenskapen är så torr och ointressant. De glömma bort, att fast det är nödvändigt att lära sig allting noggrant, emedan vi endast på det sättet kunna komma fram till sanningen, så är det också lika nödvändigt att älska kunskapen och göra den älskvärd för dem, som lära sig den, men för att kunna detta måste vi locka fram anden, tanken, som ligger under den enstaka företeelsen. Hvilket barn, som älskar sin mors ansigte, nöjer sig med att veta, att hon har bruna ögon, rak näsa, liten mun och hår, som är anordnadt på det ena eller andra sättet? Nej, det vet, att af alla qvinnor på jorden modern har det vackraste leendet, att hennes ögon äro blida, hennes kyss ljuf och att, när hon ser allvarsam ut, då är det någonting som råkat i olag, och detta måste då rättas. Och på samma sätt måste också de älska naturen, som vilja njuta af vetenskapens sagoland.

Det är godt och väl att veta, att, när ett stycke kalium kastas ned i vatten, den förändring, som eger rum, uttryckes genom formeln $K + H_2O = KO H + H$. Men det är ännu bättre att ega en inre bild af, huru de små atomerna klänga sig fast vid hvarandra och blanda sig sins emellan, så att de bilda ett nytt ämne, och att hafva sinne för huru underbara de äro, naturens många vexlande former. Det

är nyttigt att kunna inordna en blomma i dess klass och veta, att solögat hör till familjen Ranunculaceæ samt har *kronbladen fria och bestämda* samt *ståndarne hypogyna och obestämda*. Men nog har man långt mera glädje af att lära sig något om den lilla växtens lif, att förstå hvarför dess särskilda slag af blommor är lämpligt för den, huru den erhåller sin föda och bildar sina frön. Ingen kan älska torra fakta; vi måste se dem i deras sammanhang och älska de sanningar de berätta oss, om vi vilja ha någon glädje af vetenskapen.

Låt oss anföra ett exempel för att bevisa detta. Jag har här en hvit korallgren, ett vackert stycke naturens arbete. Till en början skall jag återgifva en beskrifning på den, hemtad ur en af dessa skolböcker, som tyckas tro, att barn böra lära ord likasom papegojor och upprepa dem med lika liten mening som dessa.

»Korallen frambringas af ett djur, som hör till provinsen *Radiata,* underklassen *Polypi.* Djurets mjuka kropp är fäst vid ett stöd, munnen är upptill omgifven af en krans af tentakler. Korallen afsöndras i polypens kropp ur kalciumkarbonatet i hafvet. På det sättet åstadkommer det lilla koralldjuret en korallstock eller en klippartad struktur i de varma breddgraderna och bygger ref eller barrierer rundt omkring öar. Med hänsyn till djupet är det inskränkt till mellan 45 och 55 meter. Kemiskt bestämd är korallen kalciumkarbonat; fysiologiskt är den ett djurskelett; geografiskt är den karaktäristisk för varma breddgrader och förekommer i synnerhet i Stilla Oceanen.» Denna beskrifning är riktig och till och med ganska fullständig, om man känner saken i fråga tillräckligt för att förstå den. Men säg mig, kan den ingifva dig någonkärlek till mitt korallstycke? Får du någon bild i ditt inre af koralldjuret, dess hemvist eller dess arbetssätt? Men i stället för att bråka din hjerna med denna torra beskrifning, — skaffa dig en afhandling i

Fig. 2. Ett stycke hvit korall.

samma ämne, hvilken berättar dig något om korallen sjelf, och försök att med korallstycket i handen verkligen lära känna dess historia. Förf. hänvisar sina engelska läsare till Mr Huxleys skrift »On Corals and Coral Reefs» hvilken ingår i den populära samlingen Manchester Science Lectures, N:o 1, Second Series. Svenska läsare hänvisas till en läsvärd behandling af detta ämne i samlingen »Ur vår tids forskning», häftet »Om korallerna och de kalkstensbildande organismernas betydelse i naturen». Af P. T. Cleve. Du skall då kunna

få ett begrepp om koralldjuret såsom ett slags sjöanemon, någonting liknande dem du kan få se vid hafskusterna, som påminna om röda, blå eller gröna blommor och hvilka sträcka ut sina tentakler i vattnet samt införpassa de små sjödjuren och smälta dem i den vätskefylda hålighet som tjenar dem som mage. Du skall lära dig, huru detta egendomliga geledjur kan itudela sig och på det viset bilda två polyper eller skicka ut en knopp från sin sida och på det viset växa ut till ett slags polypträd eller polypbuske, eller huru det kan gömma små ägg i sitt inre och genom sin mun aflemna små ungar som äro försedda med fina hår, med hvilkas tillhjelp de simma till nya hviloplatser. Du skall få lära dig skilnaden mellan det djur, som bygger upp den röda korallen som sitt skelett, och den grupp af djur, som bygger upp den hvita; och du kommer att med nytt intresse se på vårt stycke hvit korall, då du får lära, att hvar och en af de små håligheterna på dess stam med sina fina skiljeväggar, liknande ekrarna i ett hjul, har varit boningshuset för sitt särskilda djur och att hvarje litet geledjur druckit kalciumkarbonat ur hafsvattnet ungefär så som du dricker socker, då det är upplöst i vatten, och sedan begagnat det korn efter korn för att bygga denna prydliga bägare och bidraga till korallträdets tillväxt. Vi kunna icke nu dröja vid och taga närmare reda på allt som kan vara att säga om korallerna, vi hålla här på endast att lära oss huru man skall lära, men säkerligen harvårt exempel redan börjat bli underhållande; och när du har följt det ut i Stilla Oceanen, der de vilda vågorna oaflåtligt piska mot korallträden, och har sett, huru dessa små geledroppar småningom rå på hafvet och bygga höga stenmurar mot bränningarna, skall du knappast kunna gifva dig någon ro, innan du lärt känna hela deras historia. Se på vår teckning den märkvärdiga ringformiga ön (fig. 3), som är betäckt med palmträd; den har en stor lugn sjö i midten, och bottnen på denna sjö är betäckt med blå, röda och

gröna geledjur, som sträcka ut sina tentakler i vattnet och se ut som vackra blommor, och rundt omkring utsidan af ön kan man se likadana djur, som sköljas af hafsvågorna. Sådana öar som denna äro alltigenom bygda af koralldjur, och berättelsen om sättet, hvarpå refven småningom hafva sjunkit ned, allt efter som de små djuren ökade dem tum för tum, är lika fängslande som sagan om uppbyggandet af något feslott i forntiden. Läs härom, och om du icke har någon egen korall att undersöka, laga då att du får se en sådan i skolans samlingar eller slippa in i något naturhistoriskt museum och betrakta der de praktfulla exemplaren i glaslådorna, men glöm då icke, att de bygdes upp af de små geledjuren, under det hafsvattnet rullade sina vågor öfver dem; på detta sätt skall korallen blifva ett lefvande väsen för dig, och du skall börja älska de tankar, som väckas deraf.

Men ofta hör man folk fråga: hvad tjenar det till att lära sig allt detta? Om du nu icke har någon känsla af, hvilken njutning det är att rikta sin själ med sköna bilder ur naturens lif, är det egentligen icke mycket lönt att tala vidare härom. Men i alla fall vill jag fråga dig en sak: nu för, tiden, då

rastlöst arbete och lust för upphetsande förströelser så ofta utgöra menniskans hela diktan och traktan, är det då icke att räkna som en vinst att ibland få glömma bort sig sjelf för betraktandet af de naturens under, som ständigt fortgå rundt omkring oss? Känner du dig aldrig trött och olustig och liksom behöfver stjäla dig bort från dina kamrater,

Fig. 3. Korallö i Stilla Oceanen.

emedan de äro muntra och du icke? Då kan det vara lämpligt att läsa om stjernorna, huru lugnt de vandra sin bana fram från tidehvarf till tidehvarf; eller att helsa på någon liten blomma och fråga henne, hvilken saga hon har att förtälja; eller att hålla utkik på molnen och försöka göra dig reda för huru vindarna drifva dem fram öfver himmelen. Ingen menniska är så oberoende som den, hvilken kan finna nöje i en naken klippa, en droppe vatten, hafvets skum, spindeln på väggen, blomman under sin fot eller stjernorna öfver sitt hufvud. Och detta

nöje är tillgängligt för hvar och en, som träder in i vetenskapens sagoland.

Dessutom lära vi af detta studium att se, att det är en lag och en mening i allting i hela universum, och det kan lära oss tålamod, då vi igenkänna naturens lugna, ljudlösa arbete omkring oss. Studera ljuset och lär dig, huru all färg, all skönhet, allt lif beror på solens strålar; lägg märke till vindar och luftströmmar, medan de, regelbundna äfven i sin skenbara oregelbundenhet, bära värme och fuktighet öfver verlden. Undersök vattnet, der det flyter fram i djupa, lugna floder eller bildar det vida verldshafvet, och kom i håg, att hvarje droppe är ledd af osynliga krafter, som arbeta enligt bestämda lagar. Se plantorna spira upp under solljusets inverkan, lär dig växtlifvets hemligheter samt huru blommornas dofter och färger draga till sig insekterna. Läs om huru insekterna icke kunna lefva utan växterna, lika litet som växterna utan den flyktiga fjärilen eller det flitiga biet. Försök också att klargöra för dig, att allt detta är frambragt efter bestämda lagar och att härur (stundom icke utan lidande och smärta) framgår det underbara verldsalltet omkring oss. Och säg, kan du sedan vara så bekymrad för ditt eget lilla lif, äfven fast det kan hafva sina ledsamheter? Kan du undgå att känna dig som en del i denna lagenligt styrda natur? eller tviflar du på, att den makt, som bestämde lagarna för stjernorna och för den minsta lilla vattendroppe — som lät växten hemta kraft ur solen och koralldjuret sin föda från de hvälfvande vågorna — som afpassade blomman för insekten och insekten för blomman, — att denna makt också länkar in ditt lif som en del i verldsalltets stora maskineri, så att du endast har att arbeta, att bida och att älska?

Vi spana alla famlande efter den Osedda Makten, men ingen, som älskar naturen och studerar den, kan någonsin känna sig ensam och lemnad utan kärlek i verlden. Fakta, som rena fakta, äro torra och ofruktbara, men naturen är full af lif och kärlek och sträfvar lugnt och orubbligt mot ett stort men förborgadt mål. Du kan kalla denna Osedda Makt hvad du vill, du kan hvila vid den i tillitsfull kärlek och tro eller böja dig för den i vördnad eller tyst fruktan; — till och med det lilla barnet, som lefver med naturen och ser på den med öppet öga, måste i ett eller annat afseende höja sig genom naturen till naturens Gud.

*

ANDRA KAPITLET.

Solstrålarna och det arbete de uträtta.

Hvem älskar icke solstrålarna ? Hvem känner sig icke gladare och muntrare till sinnes, då han ger akt på dem, under det de leka på väggen, gnistra som diamanter på sjönsvågor eller åstadkomma sina regnbågar vid ett vattenfall? Är icke solstrålen oss så kär, att den i dagligt tal begagnas som namn på allt som är muntert och gladt? Och då vi vilja beskrifva någon liten yrhätta, som vi hålla riktigt mycket af och som är sådan, att hon,, bara hon visar sig, framkallar ett leende på allas anleten, kalla vi henne icke då »hemmets solstråle»?

Och dock, hur litet vet icke äfven den visaste ibland oss om beskaffenheten af dessa solens klara sändebud och om det arbete, de uträtta på sin färd genom rymden!

Har du vaknat någon gång mycket tidigt på morgonen, då det ännu var så mörkt, att du icke kunde se någonting i rummet, icke ens din egen hand, och sedan legat vaken och väntat, tills ljuset sakta kom insmygande genom fönstret? Om du någonsin gjort detta, har du säkert lagt märke till, att du att börja med nätt och jemt kan otydligt urskilja möblernas yttre konturer; derefter kan du se skilnad mellan den hvita duken på bordet och det mörka klädskåpet som står bredvid; så blifva småningom alla enskildheter, handtagen på byrålådorna, mönstret på tapeterna och de olika färgerna hos alla föremål i rummet klarare och klarare, tills du slutligen ser allt klart och tydligt i fullständigt dagsljus.

Hvad är det, som försiggått här? och hvarför hafva föremålen i rummet på detta sätt först så småningom blifvit synliga? Vi säga, att solen går upp, men vi veta mycket väl, att det icke är solen, som rört sig, utan att vår jord långsamt har vändt sig rundt och bragt den lilla fläck, på hvilken vi lefva, ansigte mot ansigte med det stora eldklotet, så att dess strålar kunna falla på oss.Tag en liten jordglob och klistra ett stycke svart plåster öfver Sverige! Låt sedan en brinnande lampa föreställa solen, och vänd så globen långsamt, så att plåsterlappen kryper rundt från den mörka sidan fram mot lampan, tills den uppfångar först de strålar, som gå utmed globens sidor, sedan äfven de mera direkta strålarna och slutligen står midt i ljusskenet. Just så har det gått till med vår lilla jordfläck, då du låg i din bädd och såg hur det dagades, och nu skola vi lära oss, hvad dessa strålar, som falla på oss, äro och hvad de uträtta för oss.

Först måste vi då lära oss något om solen sjelf, eftersom hon är alla solstrålarnas källa. Vore solen en mörk massa i stället för en glödande, skulle vi vara i saknad af dessa ljusa, glada budbärare, och ehuru vi hvarje dag komme att stå ansigte mot ansigte mot henne, skulle vi dväljas i evig, isande natt. Nu omtalade vi i förra kapitlet, som du säkert erinrar dig, att det är värme, som skakar i sär de små vatten atomerna och kommer dem att stiga upp i luften för att åter nedfalla som regn, och att, när det är kallt, de nedfalla som snö, och allt vatten förvandlas till is. Men vore solen helt och hållet mörk, tänk, hur förskräckligt kallt det då skulle bli; mycket kallare än den kallaste vinterdag man någonsin varit med om, emedan äfven under den bistraste natt någon värme utstrålar från jorden, hvarest den samlats af det solsken, som föll under dagen. Men om vi icke finge någon värme alls, skulle aldrig något vatten kunna stiga mot himlen, intet regn falla, inga floder flyta och följaktligen inga växter eller djur kunna lefva. Allt vatten skulle finnas i form af is och snö, och jorden skulle vara en enda stor frusen massa utan något, som rörde sig på dess yta.Du förstår derför, att det är af stort intresse för oss att få lära, hvad solen är och huru hon skickar oss sina strålar. Hur långt borta från oss tror du hon är? En vacker sommardag, då vi kunna se henne klart, ser det ut, som om vi endast behöfde stiga upp i en ballong och gripa fatt i henne, der hon sitter på himmelen, och dock veta vi, att hon är mer än fjorton millioner mil från jorden.

Detta afstånd är så oerhördt, att du endast ofullständigt kan fatta det. Men föreställ dig, att du reste på ett snälltåg, som gick med den betydande farten af tio mil i timmen och som aldrig stannade. Med den farten skulle du, om du ville komma fram till solen i dag, hafva börjat din resa för 160 år sedan. Det vill säga: du måste hafva gifvit dig åstad i början af Fredrik den förstes regering och hafva rest oupphörligt utan ett ögonblicks uppehåll under Fredrik I:s, Adolf Fredriks, Gustaf III:s, Gustaf IV Adolfs, Karl XIII:s och Karl XIV:s regeringar, vidare

under Oskar I:s och Karl XV:s, och ännu under Oskar II:s skulle du ila fram i svindlande fart natt och dag för att slutligen den dag i dag komma fram till solen.

Och då du kommit dit, huru stor tror du, du skulle finna henne vara? Anaxagoras, en lärd grek, som lefde för många hundra år sedan, utskrattades af alla sina samtida, emedan han påstod, att solen var åtminstone så stor som Peleponnesus, d. v. s. ungefär så stor som Halland, Skåne, Bleking och Gotland tillsammantagna. Huru förvånade skulle de ej blifvit, om de kunnat få veta, att hon icke allenast är större än hela Grekland, men mer än en million gånger större än hela jorden!

Vår jord är sjelf ganska stor, så stor, att vårt eget land synes vara en liten obetydlig fläck påhennes yta, och ett snälltåg skulle behöfva nära en månad för att ila vårt klot rundt Dock är hela jordklotet i storlek ingenting i jemförelse med solen, ty jordklotet mäter endast 1,150 mil tvärs igenom, under det att solen mäter mer än 122,000 mil.

Fig 4. 106 jordklot lagda tvärs ofver solens genomskarningsyta. Hvar och en af dessa prickar föreställer jordens storlek, under det att hela den stora cirkeln föreställer solens.

Föreställ dig, att du kunde skära så väl solen som jorden i två hälfter, alldeles som du skär ett äpple midt i tu; om du då lade flatsidan af jordhalfvan mot flatsidan af solhalfvan, skulle du kunna lägga 106 sådana jordhalfvor tvärs öfver solens yta.Hvar och en af de 106 runda prickarna på bilden (fig. 4) motsvarar den storlek, som jorden skulle synas ha, om den placerades på solen; och de äro så små jemförda med henne, att de se ut som en rad små daggdroppar, som sträcker sig tvärs öfver hennes yta. Tänk då, huru många sådana små kulor det skulle behöfvas för att fylla hela det inre af teckningen (flg. 4), om den vore ett klot!

Ett af de bästa sätten att få en föreställning om solens verkliga storlek är att tänka sig den ihålig, som en luftballong, och att sedan räkna ut huru många jordklot det skulle behöfvas att fylla den. Du skulle väl knappast kunna tro, att det skulle behöfvas sammanlagdt en million tre hundra trettioen tusen klot af vår jords storlek! Om en vidunderligt stor jätte kunde göra en rundresa i verldsalltet och samla ihop planeter precis så stora som vår samt till en början toge tio stycken sådana och sloge i hop dem till *en,* hur oerhördt stor skulle icke den bli! För att få tusen jordar måste han ha hundra sådana klumpar, hvar och en sammansatt af tio; och derefter måste han åter igen samla *tusen gånger dessa tusen för att få en million,* och då han hade stoppat in dem alla i solklotet, hade han ändock fylt detta endast till tre fjerdedelar!

Då du vet detta, bör det icke förvåna dig, att ett sådant vidunder utsänder en oerhörd mängd ljus och värme; en så oerhörd mängd, att det är nästan omöjligt att fatta det. Sir John Herschel har dock försökt att gifva oss en föreställning härom. Han fann, att en kula af kalk, omgifven af en låga af syre och väte (sådana som vi använda i laterna magica och kalla kalkljus), blir så häftigt upphettad, att den utsänder det starkaste konstgjorda ljus man kan erhålla — ett ljus, somär så starkt, att du icke utan men kan hålla ögat nära intill det. Dock, om du ville ha ett ljus så starkt som solens, vore det icke nog att göra ett sådant kalkklot af samma storlek som solen. Nej, det måste bli så stort som 146 solar eller mer än 146,000,000 gånger så stort som vår jord, för så vidt det skall kunna gifva ifrån sig den ljusmängd vi önskade. Först då skulle det bli en temligen ordentlig konstgjord sol; ty vi veta, att solklotet utsänder ett intensivt hvitt ljus, just sådant, som det kalkkulan utsänder, och solen, liksom denna, är omgifven af en luftkrets af glödande gaser.

Men vi få kanske den bästa föreställningen om solens väldiga hetta och starka ljus, om vi betänka, hur få af de strålar, som åt alla håll utsändas från det glödande klotet, kunna träffa vårt lilla klot och hur mycket de ändock uträtta. Betrakta kupan af en lampa, som står i midten af rummet, och se hur dess ljus sprides ut åt alla sidor och in i hvarje vrå; tag sedan ett senapskorn, hvilket ganska väl kan i storlek anses motsvara vår jord, och håll det på något afstånd från lampan. Hur få af alla de strålar, som fylla rummet, falla icke på det lilla senapskornet. Ungefär lika ringa till antalet äro de, som jorden kan uppfånga af alla dem, som utgå från solen. Och dock uträttar detta obetydliga antal (1/2000 milliondel af hela mängden) allt arbete på vår jord.Dessa och föregående numeriska uppgifter hafva hemtats från Sir John Herschels »Familiar Lectures on Scientific Subjects» 1868,

hvarifrån många exempel i första delen af kapitlet också hafva tagits.

För att öfvertyga dig, hur kraftiga solstrålarna äro till sina verkningar, behöfver du endast taga ett förstoringsglas och samla dem i en punkt på ett stycke brunt papper. Det dröjer icke länge,

förrän papperet fattar eld. Sir John Herschel berättar, att vid Goda Hoppsudden var hettan så stark, att han kunde steka en biffstek och några ägg endast genom att sätta dem i solen i ett kärl med glaslock öfver! Ja, liksom vi alla skulle frysa ihjäl, om solen vore kall, så skulle vi alla brinna upp i en outhärdlig hetta, om hennes glödande strålar fölle med hela sin kraft rakt ned på oss. Men vi hafva en osynlig solskärm, som skyddar oss och som är gjord — kan du gissa af hvad? Jo, af dessa små vattenpartiklar, som solstrålarna draga upp och sprida i luften och hvilka, såsom vi skola se i fjerde kapitlet, taga bort en del af hettan och göra luften sval och behaglig för oss.

Vi hafva nu lärt något om solen, alla solstrålars källa; vi hafva fått reda på afståndet till henne, hennes storlek och. värme, men vi stå ännu icke närmare svaret på frågan: hvad är en solstråle? hur kan solen nå vår jord?

Antag att vi stode på ett visst afstånd från hvarandra, du och jag, och jag önskade att komma åt dig, utan att någondera af oss rörde oss från stället. Det funnes då två olika sätt, hvarpå detta kunde gå för sig. Antingen så, att jag kastade någonting på dig och på det sättet råkade dig. I det fallet hade ett *föremål* tillryggalagt afståndet oss emellan. Eller också så, att jag genom en våldsam rörelse satte golfvet i dallring, hvarvid du förnumme denna dallrande rörelse. På det sättet kunde jag också sätta mig i beröring med dig tvärs igenom hela rummet. Men i detta senare fall skulle intet föremål hafva tillryggalagt afståndet från mig till dig, utan endast en rörelse eller en *våg,* hvilken fortplantats genom golfplankorna. Vidare, då jagtalar till dig, hur kommer det sig att ljudet når ditt öra? Icke derigenom att något kastas från min mun till ditt öra, utan genom en rörelse hos luften. Då jag talar, sätter jag luften i närheten af min mun i rörelse, och detta åstadkommer en våg i luften der bortom, och denna åter i luften der bortom o. s. v. (såsom vi skola få närmare reda på i sjette kapitlet), tills den sista vågen träffar örats trumhinna.

Vi se således, att det gifves två olika sätt, på hvilka vi kunna komma i beröring med någonting, som befinner sig på afstånd ifrån oss: för det första genom att kasta ett föremål på det och träffa det, för det andra genom att åstadkomma en rörelse eller en väg tvärs igenom mellanrummet, såsom vi gjorde i ofvan nämda fall, då vi satte golfplankorna och luften i rörelse.

Nu trodde den store naturforskaren Newton, att solen nådde oss på det första af dessa sätt och att solstrålarna utgjordes af mycket små partiklar, som utkastades af solen och som underhöllo ett ständigt bombardemang mot våra ögon. Det är lätt att förstå, att detta skulle låta oss se ljus och känna värme, på samma sätt som ett slag på ögat kommer oss att se stjernor eller ett slag på kroppen kommer oss att känna värme; och under ganska lång tid antogs denna förklaring vara riktig. Men nu vet man, att det gifves många företeelser, hvilka icke låta förklara sig med denna teori, ehuru vi icke här kunna redogöra för dem. Hvad vi vilja göra, är att försöka förstå den förklaring på solstrålen, som nu anses vara den riktiga.

Vid ungefär samma tidpunkt, då Newton skref, uppträdde en holländare vid namn Huyghens med det antagandet, att ljuset kommer från solen som små vågor, hvilka färdas genom mellanrummetnästan på samma sätt som krusningarna på en vattenyta fortskaffa sig tvärs öfver denna. Den enda svårigheten var att förklara, i hvilket ämne dessa vågor kunde finnas: i vatten kunde det icke vara, ty vi veta, att det icke gifves något vatten i verldsrymden; i luften icke heller, ty luftkretsen slutar på ett jemförelsevis litet afstånd från vår jord. Det måste derför finnas ett ämne, som fyller tomrummet mellan oss och solen och som är tunnare än så väl vatten som luft.

Och nu vill jag bedja dig taga hela din inbillningskraft till hjelp: jag kommer nämligen att fordra af dig, att du skall med inbillningen se någonting, som är fullkomligt lika osynligt som kejsarens nya kläder i Andersens saga; skilnaden är bara den, att det här osynliga *något* är i hög grad lifaktigt; och ehuru vi hvarken kunna se eller röra vid det, känna vi det genom dess verkningar. Föreställ dig således ett tunnt ämne, som fyller allt rummet mellan oss och stjernorna! Ett ämne så fint, att det icke blott är osynligt, utan kan genomtränga fasta kroppar sådana som glas, is, ja, äfven trä eller tegelstensmurar. Detta ämne kalla vi *eter.* Jag kan icke här redogöra för skälen, hvarför

vi måste antaga,- att ett sådant ämne fins utbredt i allt rum. Du måste tills vidare antaga det på utsago af sådana män som Sir John Herschel eller professor Clerk-Maxwell, tills du kan studera frågan på egen hand.

Om du nu kan föreställa dig, att denna eter fyller hvarje vrå af rummet, så att den finnes öfverallt och genomtränger allt, så fråga dig, hvad som skall hända, då en valdsam skakning inträffar på någon af de stora kroppar, som simma i den? När atomerna hos gaserna rundt omkring solen våldsamt stöta samman och derigenom gifva upphof till alltdess ljus och värme, tror du icke, att de sätta denna eter rundt om dem i rörelse? Och när så denna eter sträcker sig åt alla håll från solen, till vår planet och till alla andra planeter, skall icke då denna dallring komma till vår planet, lika väl som dallringen hos golfplankorna från mig till dig? Låt ett kärl med vatten föreställa etern och tag en bit kalium, som vi talade om i förra kapitlet, och håll den med en liten klämmare midt i vattnet. Du skall då få se, att, när kaliumbiten pöser och lågan brinner rundt omkring den, Vågor skola uppstå, hvilka gå genom vattnet till kärlets väggar, och du kan lätt tänka dig, huru på samma sätt vågor utgå från solen och komma farande tvärs genom etern till oss.

Katt ut från solen åt alla håll, utan uppehåll, utan hvila, men under ett ständigt jagande den ena efter den andrå, fortsätta dessa fina vågor med otrolig hastighet sin färd genom rymden natt och dag. Då den lilla fläck af jorden, der Sverige ligger, är bortvänd från dera, sä att de icke kunna träffa oss, då är det natt för oss, men så snart Sverige vändes emot solen, då slå de mot landet och mot vattnet samt mot våra ögon och sätta dessas nerver i dallringar, så att vi förnimma ljus. Se upp mot solen, och tänk dig att i stället för ett enda knytnäfslag, som kommer dig att se stjernor och solar för ett ögonblick, millioner lätta stötar af dessa solvågor hvarje ögonblick träffa ditt öga; då kan du lätt förstå, att du, då du ser mot solen, bör erhålla ett oafbrutet starkt ljusintryck.

Men då solen gått ned, få vi ljus från stjernorna, om natten är klar. Månne äfven dessa skicka ljusvågor tvärs genom det oerhörda afståndet mellan dem och oss? Ganska säkert göra de så, ty äfven de äro solar liknande vår, fast de äro på så stortafstånd, att de vågor, de sända, äro svagare, och vi derför varseblifva dem endast då solens starkare vågor äro borta.

Men du frågar måhända: om ingen har sett dessa vågor, ej heller etern, i hvilken de uppkomma, hvad rätt hafva vi att påstå, att de verkligen finnas till? Så besynnerligt det än kan låta, hafva vi, fast vi icke sett dem, likväl mätt upp dem och veta, huru stora de äro och huru många som

Fig. 5. A. Hål i en fönsterlucka. B. Metalltråden placerad i ljusstrålen. SS. Skärm, på hvilken de mörka och ljusa strimmorna falla.

rymmas på en millimeter. Ty då dessa små vågor gå sin väg rakt fram genom rymden, måste de, om vi ställa något hinder i deras väg, sträfva att gå omkring det; och om du släpper en mycket smal ljusstrimma in genom ett hål på en fönsterlucka och sätter en metalltråd i solstrålen, tvingar du verkligen vågorna att gå rundt tråden, alldeles som vatten omkring en påle i en ström. När de åter mötas, törna de emot hvarandra, och här är det, som vi fånga dem. Ty om de råkas lugnt och stilla, bilda deen stor våg, gå till sammans vidare och åstadkomma en klar ljuslinie; men om de mötas huller om buller i ett oredigt vågsvall den ena öfver den andra, hejda de hvarandra, och då uppstår intet ljus, utan endast en mörk linie. Och bakom din metalltråd kan du uppfånga vågorna på ett stycke papper, och du skall då finna, att de bilda mörka och ljusa linier bredvid hvarandra; det är med hjelp af dessa, som man kan beräkna, huru stora vågorna måste vara. Denna beräkning är för svår för oss att här utföra, men du kan förstå, att stora vågor skola göra bredare ljusa och mörka band än små, och att storleken af vågorna på detta sätt kan blifva uppmätt.

Och hur stora tror du nu, att de kunna vara? De äro så oändligt små och obetydliga, att det rymmes sextio tusen stycken på en enda tum. Slå upp fig. 12, hvilken framställer en qvadrat med en tums sida, och mät sedan upp ett så stort afstånd mellan din tumme och ditt pekfinger. På det obetydliga afståndet mellan dem hålla då sextiotusen små vågor på att gå upp och ned! Jag lofvade dig, att du i vetenskapen skulle finna lika märkvärdiga saker som i fesagorna. Äro icke dessa små osynliga sändebud, som oupphörligt anlända från solen, lika märkvärdiga som några elfvor? och de äro det så mycket mer, som de, såsom vi snart skola se, uträtta nästan allt det arbete som försiggår på hela vår jord.

Härnäst måste vi försöka att göra fullt klart för oss, hur fort dessa vågor gå. Du kommer väl nu i håg, att ett snälltåg behöfde fulla 160 år för att komma hit från solen; och till och med en kanonkula skulle behöfva tio till fjorton år för att tillryggalägga samma afstånd. Men dessa små vågorbehöfva endast *sju och en half minuter* för att tillryggalägga samma sträcka af fjorton millioner mil. De vågor, som träffa ditt öga i detta ögonblick, härleda sig från en rörelse i solen, som uppstod för 7 1/2 minuter sedan. Och betänk, denna rörelse försiggår oafbrutet, och dessa vågor följa städse den ena efter den andra så hastigt, att de underhålla en beständig kanonad mot vårt öga. Så hastigt följa de på hvarandra, att omkring 608 billioner komma in i vårt öga för hvarje sekund.Ljuset går med en hastighet af 29,000 mil eller 10,440,000,000 tum i sekunden. Om vi antaga att antalet vågor på en tum i medeltal uppgår till endast 58,000, få vi 10,440,000,000 x 58,000 = 605,520,000,000,000. Jag begär icke; att du skall minnas dessa siffror; jag begär endast, att du skall försöka göra dig en bild

Fig. 6.

af dessa oändligt små, men så ytterst verksamma sändebud från solen, och erkänna att ljuset är något sagolikt.

Men vi veta ännu icke allt om vår solstråle. Se här har jag (fig. 6) en glasbit med tre sidor, kallad ett prisma. Om jag sätter det i solskenet, som strömmar in genom fönstret, hvad händer då? Se, på bordet blir ett streck med brokiga färger. Du kan göra det långt eller kort, allt efter som du vänder prismat, men färgerna förblifva alltid ordnade på samma sätt. Vid den ena ändan är det rödt, der bredvid oraugefärgadt, så gult, så grönt, så blått: så indigofärgadt eller djupblått och

så violett, den ena färgen småningom öfvergående i den andra och alla i en linie. Vi hafva alla sett dessa färger dansa på väggen, då solen skiner på en ljuskrona af slipadt glas, och du kan se dem ännu tydligare, om du släpper en ljusstråle in i ett mörkt rum och låter den gå genom ett prisma så som visas på vidstående teckning (fig. 7). Hväd äro dessa färger? Härröra de från glaset? Nej; ty du mins säkert, att du sett dem i regnbågen och i

Fig. 7 Färgspektum på väggen, erhållet genom ljusets gång genom ett prisma.

såpbubblan och äfven i en daggdroppe eller i skummet på vattenytan af en dam.

Hittills hafva vi talat om solstrålen, som bestode den af endast ett slags vågor, men i verkligheten är den sammansatt af många olika slags vågor af olika storlek, hvilka alla i sällskap med hvarandra företaga färden -från solen. Dessa olika vågor hafva blifvit uppmätta, så att vi veta, att de vågor, som utgöra det röda ljuset, äro större och trögare än de, hvilka åstadkomma det violetta, så att del endastgår 46,000 röda vågor på en tum, under det att det går 67,000 violetta vågor på samma längd.

Huru kommer det då till, att fastän alla dessa olika vågor, hvilka frambringa olika färger, träffa vårt öga, vi ändock icke se färgadt ljus? Emedan de, för så vidt de icke blifvit rubbade i sina inbördes lägen, alla gå framåt tillsammans, och du vet, att alla färger blandade i en passande proportion åstadkomma hvitt.

Tag t. ex. ett rundt stycke papp måladt med de sju färgerna i ordning flere gånger efter hvarandra. Så länge du håller det stilla, kan du urskilja dem alla, hvar för sig, men om du hastigt snurrar det omkring, så skall pappskifvan synas alldeles hvit, emedan du ser dem alla så nära samtidigt, att de blifva fullständigt sammanblandade med hvarandra. Af samma orsak ter sig solljuset hvitt för oss, emedan alla de olika färgade vågorna träffa vårt Öga på en gång. Du kan lätt sjelf göra en sådan skifva; dock kommer den hvita färgen alltid att synas mer eller mindre smutsig, emedan du icke kan få fullt rena färger.

När nu ljuset går genom det tresidiga glaset eller prismat, spridas ljusvågorna, och de långsamma, tunga röda vågorna blifva efter och stanna vid den öfre ändan R af den färgade linien på väggen (fig. 7), under det att de snabba små violetta vågorna hafva böjts längre bort från sin ursprungliga väg och gå ända till V vid den nedersta ändan af linien; och orange, gult, grönt, blått och indigo ordna sig deremellan samt sins emellan efter storleken af sina vågor.

Och nu är du väl nyfiken att få veta, hvarför de snabba vågorna låta oss se en färg och de långsamma en annan. Detta är en mycket svår fråga,ty vi hafva ännu mycket att lära angående ljusets inverkan på ögat. Men du kan lätt

tänka dig, att färg är för vårt öga detsamma som musik är för vårt öra. Du vet ju, att vi kunna urskilja olika toner allt efter som luftvågorna slå fort eller långsamt mot örhinnanx (såsom vi vidare skola se i sjette kapitlet), och på ungefär samma sätt spela de små etervågorna på vår näthinna eller den gardin, som finnes långt in i vårt öga, och som

A B

Fig. 8 A Ett pappstycke måladt med de sju färgerna i ordning B samma pappskifva då den snurrar rundt.

verkar på nerverna, så att de föra olika budskap till hjernan. Hvilken färg vi se beror på det antal vågor, som slå mot vår näthinna under en sekund. Hafva vi nu månne riktigt svarat på den frågan: hvad är en solstråle? Vi hafva sett, att den i verkligheten är en följd af små, hastiga vågor, som göra resan från solen till oss tvärs genom det osynliga ämne som vi kalla »eter», och hvilka vågor underhålla en oupphörlig kanonad mot allt, som kommer i deras vag. Vi hafva också sett, att dessa vågor, små och obetydliga som de äro, ändå kunna variera i storlek, så att en enkel solstråle består af

myriader vågor af olika storlek, hvilka färdas fram tillsammans och komma oss att se hvitt ljus, för så vidt de icke på något sätt äro splittrade, så att vi se dem skilda åt som röda, gröna, blå eller gula. Hur de skiljas åt och många andra hemligheter vid ljusvågorna kunna vi icke här uppehålla oss vid, utan måste nu öfvergå till frågan: *»Hvad slags arbete uträtta solstrålarna för oss?»* Jo, de gifva oss två ting: ljus och värme. Det är endast med deras tillhjelp, som vi se någonting. När rummet var mörkt, kunde du icke urskilja bord, stolar, ja, icke ens väggarna derinne. Hvarför? Emedan de icke egde några ljusvågor, som de kunde skicka till ditt öga. Men då ljusvågorna började strömma in genom fönstret, spelade vågorna på föremålen i rummet, och när de träffade dem, kastade dessa dem tillbaka till ditt öga, så att de studsade på samma sätt, som en hafsvåg återstudsar från en klippa och råkar en båt, som tillfälligtvis far förbi. När de så ha nått ditt öga, intränga de deri och åstadkomma en retning på näthinnan och i nerverna, och så fortskaffas bilden af stolen eller bordet till din hjerna. Se dig omkring på alla föremålen i det rum, der du befinner dig! Är det icke underligt att tänka, att de allesammans, hvar för sig, skicka osynliga budbärare till ditt öga, under det att du betraktar dem; och att du ser din rumkamrat och kan skilja honom från bordet endast genom de olika slags vågor, som han och bordet sända till dig?

Somliga ämnen kasta tillbaka nästan inga ljusvågor, utan släppa dem igenom sig, och derför kunna vi icke se dem. En glasruta t. ex. släpper nästan alla ljusvågor igenom, och derför kan det ofta hända, att du icke ser glaset, emedan inga ljusbud derifrån träffa ditt öga. Ja, många menniskor hagått rakt på en glasdörr och krossat den, emedan de icke sågo, att den fans der. De ämnen äro genomskinliga, hvilka, af för oss okända skäl, låta etervågorna gå igenom sig utan att rubba de atomer, hvaraf ämnet är sammansatt. I klart genomskinligt glas gå alla ljusvågor igenom utan att utöfva något som helst inflytande på glasets beskaffenhet; en hvit vägg deremot återkastar till vårt öga flertalet af de vågor som träffa den, och de öfriga, som tränga in i väggen, förlora sin egen rörelse genom att meddela rörelse åt väggens molekyler.

I blankpolerad metall intränga vågorna knappast alls, utan återkastas till största delen från ytan, hvarför en stålknif eller silfversked äro alldeles glänsande och äfven i halfdager lätta att se. Qvicksilfver anbringas på baksidan af spegelglas, emedan det återkastar så många vågor. Det återkastar icke allenast de vågor, som komma från solen, utan äfven dem, som komma från ditt ansigte. När du ser din egen bild i en spegel, hafva således solvågorna först spelat på ditt ansigte, hvarpå de derifrån studsat till spegeln; när de så träffat spegeln, hafva de återigen tillbakakastats till din, näthinna, och du ser ditt eget ansigte med tillhjelp af samma vågor, som ditt eget ansigte nyss återkastade.

Men de reflekterade ljusvågorna göra mera för oss än detta. De äro orsaken icke allenast till att vi se olika föremål, utan äfven till att vi urskilja olika färger. Huru, frågar du säkerligen, är äfven detta något som solstrålarna uträtta? Helt visst! Ty om den färg vi se beror på storleken af de vågor, som återvända till oss, så måste vi se föremålen olika färgade allt efter de vågor, som de skicka till oss. Föreställ dig, att en solstråle lekert. ex. på ett blad! En del af dess vågor studsa raka vägen tillbaka derifrån till vårt öga, och på det sättet kunna vi se ytan af bladet, men återstoden af vågorna begifva sig in i bladet sjelft, och der blifva en del använda och hållas

instängda som fångar. De röda, orangefärgade, gula, blå och violetta vågorna äro alla nyttiga för bladet, och det låter dem icke gå sin väg. Men det kan icke upptaga de gröna vågorna, och derför kastas dessa tillbaka, och de styra kosan till ditt öga och komma dig att se grön färg. När du säger att ett löf är grönt, betyder detta, att löfvet icke behöfver de gröna solvågorna, utan återkastar dem till dig. Den röda geranium återkastar på samma sätt endast de röda vågorna, ett brunt bord återkastar endast bruna vågor; en hvit bordsduk återkastar nästan alla vågorna och en svart duk nästan inga. Det är derför, som du kan se en hvit duk, då det är ganska knapp dager i ett rum, under det att du alls icke är i stånd att urskilja ett svart föremål, emedan alla de svaga ljusstrålar, som finnas der, återkastas till dig från en hvit yta.

Är det icke besynnerligt att tänka, att det i verkligheten icke finnes något sådant som färg i bladet, bordet, tyget eller geraniumblomman, utan att vi se dem med olika färger, derför att de af någon orsak återkasta endast vissa färgade vågor till vårt öga?

Alltså — hvart du blickar, och hvad du än ser, så äro alla härliga färger, skiftningar, dagrar och skuggor ett verk af de små ljusvågorna.

Men ljuset uträttar också ett ganska drygt arbete, då det faller på växterna. Sådana ljusstrålar, som uppfångas af bladet, äro för ingen del sysslolösa; i sjunde kapitlet skola vi se, att bladetgagnar dem till att smälta sin föda och att tillreda den saft, af hvilken det när sig.

Vi veta alla, att en växt blir blek och sjuklig om den saknar solljus, och orsaken dertill är, att utan dessa ljusvågor kan den icke erhålla föda ur luften, ej heller bereda de safter och vätskor, som den behöfver. Då du ser växter och träd grönska på de vackra ängarna; då du blickar ut öfver sädesfälten och på det härliga landskapet, så ser du de små solstrålarnas verk, dessa solstrålar, som aldrig hela dagen igenom tröttna på att hjelpa till att gifva lif åt allt grönt, som gror och växer.

Hittills hafva vi endast talat om ljus; men håll din hand i solen och känn värmen af solstrålarna, och tänk efter, om icke värmestrålarna uträtta något, de ock. Det gifves i en solstråle många vågor, som röra sig för långsamt, för att vi skulle kunna förnimma ljus, då de träffa vårt öga, men vi kunna känna dem som värme, fast vi icke kunna se dem som ljus. Det enklaste sättet för dig att känna värmevågor är att hålla ett varmt strykjern nära ditt ansigte. Att intet ljus strömmar derifrån, det vet du, och dock kan du känna, huru värmevågorna våldsamt stöta mot ditt ansigte och bränna det. Nu gifves det många sådana mörka värmevågor i en solstråle, och det är de, som uträtta mesta arbetet i verlden.

I första rummet är det de, som, då de på sin dallrande ilfärd genom etern hinna fram till jorden, skaka vattenpartiklarna i sär, så att de stiga upp i luften, såsom vi skola se i nästa kapitel. Och kom också i håg, att det är dessa droppar som vid sitt nedfallande som regn bilda alla floder och strömmar på vår jord. Vidare är det dessa värmevågor, som göra luften varm och lätt och dermedkomma den att stiga uppåt samt åstadkomma vindar och luftströmmar, och dessa i sin tur gifva upphof till oceanens strömmar. Det är också dessa mörka strålar, som slå ned på fastlandet och gifva detta den värme, som ger växterna groddkraft. Det är också de, som underhålla värmen i våra egna kroppar, både då de komma till oss direkt från solen och då de gått en omväg genom växterna. Du bör lägga på minnet, att växterna förbruka ljus- och värmestrålar, då de växa; sedan antingen äta vi växterna eller äta djuren växterna, och vi djuren; och när vi sedan smälta dem, så kommer den värme, som växterna först hemtade från solen, tillbaka i våra kroppar. Andas på din hand, och känn, huru varm din andedrägt är; den värme, som du känner, fans en gång i en solstråle och har från den öfverflyttats i den föda, du förtärt, samt har så fortsatt sitt arbete med att uppehålla värmen i din kropp.

Men det gifves äfven ett annat sätt, på hvilket dessa växter kunna utsläppa de värmevågor, som de hålla fängslade. Du kommer säkert i håg från första kapitlet, att kol är uppkommet af växter och att den värme, de släppa från sig, är den värme, som växter en gång uppsamlat. Tänk, huru mycket arbete, som utföres genom att bränna kol. Det är icke nog med att våra hus värmas medelst koleld och upplysas med kolgas, men våra ångmaskiner arbeta helt och hållet med tillhjelp af vatten, som blifvit förvandladt till ånga af hettan i kolelden; och våra ångbåtar resa öfver verlden med tillhjelp af samma kraft. På samma sätt kommer oljan i våra lampor

antingen från oliven, hvilken växer på träd, eller från kol och återstoder af växter och djur, som fordom lefvat på jorden. Äfven våra talgljus äro gjorda af fårtalg, och fåren äta gräs;

och på så sätt, hvart man än må vända sina efterforskningar, skall man dock alltid finna, att ljus och värme på vår jord, vare sig de komma från eldstäder eller ljus eller lampor eller gas, och vare sig de drifva ett maskineri eller ett jernvägståg eller propellern på ett fartyg, alltjemt äro skapelser af de osynliga etervågorna, som komma från solen och utgöra hvad vi kalla solstrålar.

Slutligen gifves det ett slags dolda vågor, om hvilka vi hittills icke talat, och hvilka icke gagna oss på samma sätt som ljuset och värmen, men hvilka derför icke äro sysslolösa.

Fig. 9. En spetsbit återgifven på ett i silfvernitrat doppadt papper.

För att du sjelf må kunna öfvertyga dig derom, så kan du skaffa dig ett stycke papper, som blifvit neddoppadt i silfvernitrat; detta kan du sedan utbreda under en glasskifva och mellan denna och glaset lägga en bit af en virkning. Om du ställer den i solskenet, skall du efter en stund kunna se, att solen icke varit overksam. Den har sönderdelat silfvernitratet på papperet och förvandlat det tillett mörkbrunt ämne; endast der trådarna i spetsen befunno sig och solen följaktligen icke kunnat vidröra silfvernitratet, har papperet förblifvit hvitt, och på detta sätt har du erhållit ett vackert aftryck af spetsen på papperet. Doppa vi så aftrycket i en lösning af undersvafvelsyrligt natron, så »fixeras» bilden derigenom, d. v. s. solens inverkan på på papperet upphör; derefter qvarstår bilden på papperet klar och tydlig. Här hafva åter osynliga vågor varit med i spelet, men denna gång hvarken som ljus eller värme, utan som kemisk kraft, och det är med dessa vågors hjelp som vi få fotografier. I en leksaksbod kan du köpa detta preparerade papper och sedan sätta kemiska vågor i arbete för att åstadkomma bilder. Du måste blott komma i håg att fixera dem efteråt; i annat fall komma de kemiska strålarna att fortsätta sitt arbete, sedan du tagit bort spetsen, och hela papperet kommer att blifva brunt, och bilden försvinner.

Och säg mig nu, hafva vi icke allt skäl att säga, att de osynliga vågorna, som utgöra våra solstrålar, äro underbara sändebud, då de ständigt utan uppehåll genomkorsa rymden utan att hvila, utan att förtröttas i att arbeta för vår jord? Så litet; som vi än varit i stånd att lära om dem på en kort stund, tycker du icke ändock redan nu, att de vore väl värda att studeras och väl värda att ihågkommas, då vi se de härliga resultaten af deras arbete? De gamla grekerna dyrkade solen och dömde till döden en af sina visaste män vid namn Anaxagoras, emedan han förnekade, att den var en gud. Vi kunna knapt undra härpå, då vi se, hvad solen gör för vår jord; men *vi* veta, att den är ett ofantligt klot, gjord af gaser och glödande ämnen, och icke någon gud. Vi äro tacksamma *för* solen, icke

mot henne, och säkerligen skola vi betrakta henne med nytt intresse nu, då vi kunna utmåla för oss hennes små sändebud, solstrålarna, som sväfva genom rymderna och falla ned på vår jord, gifvande oss ljus att se vid och vackra färger att fröjda oss öfver, solstrålarna som uppvärma luften och jorden och skänka henne det uppfriskande regnet, med ett ord uppfylla verlden med lif och glädje.

*

TREDJE KAPITLET.

Lufthafvet, hvari vi lefva.

Har du någon gång suttit vid stranden af en flod på ett ställe, der vattnet flyter lugnt fram och är djupt och klart, och gett akt på fiskarna, som simma långsamt förbi? Då jag var barn, var detta ett af mina älsklingsnöjen om somrarna, och det var en fråga, som ofta mycket sysselsatte mig, då jag betraktade löjor och mörtar,

som summo fram genom vattnet: Hvarför skulle fiskarna lefva *i någonting* och ofta blifva knuffade af vågor och

strömmar, under det att jag och andra varelser lefde *på jordens yta* och *i ingenting?* Jag kommer icke ihåg, om jag någonsin frågade någon härom; men på den tiden fäste man icke mycken uppmärksamhet vid barns frågor, så att, om jag också hade gjort det, skulle förmodligen ingen hafva omtalat för mig, hvad jag nu omtalar för dig, nemligen att vi lefva i något fullt så verkligt och ofta lika våldsamt och upprördt som vattnet, hvari fiskarna simma. Detta *något,* i hvilket vi lefva, är luften, och skälet, hvarför vi icke varseblifva den, är, att vi befinna oss i den och att den är en gas, som är osynlig för oss, medan vi deremot äro ofvanför vattnet, i hvilket fiskarna lefva, och det är en vätska, som vi med våra ögon kunna varseblifva.

Men låt oss antaga, att en varelse, hvars ögon vore så inrättade, att han kunde se gaser såsom vi se vätskor, blickade högt uppifrån ned på vår jord. Han skulle då varseblifva ett lufthaf, som på alla håll omgåfve jorden, hvari foglar flöge omkring och på hvars botten menniskorna vandrade, alldeles som vi se fisken glida utmed bottnen af en ström. Visserligen skulle han aldrig se foglarna komma upp till ytan, ty t. o. m. den fogel, som flyger högst, nemligen kondoren, stiger aldrig högre upp än 5/6 mil, och vår atmosfer sträcker sig åtminstone 16 mil uppåt. Han skulle derför kalla oss alla djupluftsvarelser, alldeles som vi tala om djupvattensfiskar; och om vi föreställa oss, att han fiskade i denna ocean och kunde draga upp en af oss derur ut i rymden, skulle han bli vittne till, hur vi flämtade efter andan och qväfdes, alldeles som fiskarna då de dragas upp ur vattnet.

Han skulle också få se många märkvärdiga saker, som försiggå i vårt lufthaf; han skulle se stora strömmar af luft, som vi kalla *vindar,* och dessa skulle göra samma intryck på honom som strömmarna i oceanen göra på oss; och i närheten af jorden skulle han se tjocka dimmor, som stundom framträdde för att åter upplösas, och dessa skulle vara våra moln. Från dem skulle han se regn, hagel och snö falla ned på jorden, och tid efter annan klara flammor genomfara lufthafvet, hvilket skulle vara hvad vi kalla blixtar. Ja, äfven den prunkande regnbågen, norrskenet och stjernfallen, hvilka förefalla oss så högt öfver jorden, skulle han se i närheten af vår jord, och alltsammans inom lufthafvet.

Men då vi icke känna till någon sådan varelse, som bebor rymden och som kan berätta oss, hvad som försiggår i vår osynliga luft, och vi icke sjelfva kunna se det, måste vi försöka att genom experiment se det med vår inbillning, ehuru vi icke kunna se det med våra ögon.

Är det då först och främst möjligt för oss att få reda på, hvad luft är? En tid trodde man, att det var en enkel gas, som icke kunde sönderdelas i flere. Men vi skola nu göra ett experiment, hvarigenom det ådagalägges, att luften består af två med hvarandra sammanblandade gaser, och att den ena af dessa gaser, kallad *syre,* förbrukas, då något brinner, under det att den andra, *qväfve,* icke förbrukas och endast tjenar till att utspäda syrets atomer. Jag har här en glaskupa (lig. 10) eller ett slags glasklocka, i hvars hals en kork, som sluter tätt till, är inpassad; denna ställer jag nu öfver en skål med vatten; på vattnet simmar en mindre skål, och på denna ligger en bit fosfor. Du förstårnu, att då jag sätter ned kupan öfver vattnet, stänger jag i och med detsamma in en viss mängd luft, och min afsigt är att nu taga bort syret ur denna luft och endast lemna qväfvet qvar. För att åstadkomma detta antänder jag fosforn, ty, som nyss sades, det var genom att bränna någonting, som syret förbrukas. Jag tager således ut korken, antänder fosforn och sedan korkar jag flaskan eller kupan igen. Märk nu! allt efter som fosforn brinner, fylles flaskan med hvit rök. Denna rök är fosforsyra, som är ett ämne, sammansatt af fosfor och syre. Den lilla

Fig. 10. Fosfor brinnande under en glasklocka

tomten »Kemisk attraktion» har här varit framme och förenat fosforn och luftens syre med hvarandra.

Nu löses fosforsyra i vatten alldeles som socker, och inom få minuter är derför röken försvunnen. Den har redan börjat lösas, och vattnet på tallriken börjar stiga upp i flaskan. Men hvarför så? Tänk efter ett ögonblick, hvad vi ha gjort! Först var flaskan full med luft, d. v. s. en blandning af syre och qväfve; sedan förenades fosforn med syret och åstadkom den hvita röken, derpå uppsög vattnet denna rök. Nu finnes alltså i flaskan endast qväfve qvar, och vattnet har stigit upp och uppfylt hela det rum, som förut intogs af syret.

Vi kunna också lätt bevisa, att det icke numera fins något syre qvar i flaskan. Jag tager endast ur korken och för

ned en brinnande vaxstapel i gasen. Om det funnes något syre, skulle vaxbiten brinna, men om du försöker, skall du se att den ögonblickligen slocknar, hvilket bevisar, att allt syret blifvit förbrukadt af fosforn. Om experimentet gjorts mycket noggrant, skulle vi finna, att för hvar kubikcentimeter syre i luften finnes det fyra kubikcentimeter qväfve, så att de lifliga syreatomerna äro kringspridda i det sömniga, overksamma qväfvet.

Det är dessa syreatomer, som vi begagna, då vi andas. Om jag under en gasklocka satte en råtta i stället för fosforn, skulle vattnet hafva stigit till samma höjd, emedan råttan skulle hafva inandats syret och förbrukat det i sin kropp genom att förena det med kol. Härigenom uppstår en giftig gas, kolsyra, hvilken också löses i vatten, och när allt syret i luften vore förbrukadt, skulle råttan dö.

Förstår du nu, hur oförståndigt det är att lefva i ovädrade rum eller att sticka hufvudet under täcket, då du sofver? Du förbrukar allt syret och sedan har du ingenting qvar att andas, och dessutom utandas du skadliga ångor, ehuru du icke ser dem, och när du åter andas in dem, förgifta de dig och skada din helsa.

Kanske invänder du nu: om syre är så nyttigt, hvarför består icke luften endast af syre? Men tänk dig för ett ögonblick! Om det funnes en sådan oerhörd mängd syre, hur fort skulle icke då allting brinna! Våra kroppar skulle bli feberheta af den oerhörda mängd syre, de intoge, och alla eldar och ljus skulle brinna med en rasande fart. Ja, en låga, som en gång blifvit tänd, skulle sprida sig med sådan hastighet, att ingenting i verlden skulle kunnahejda den, och alltiDg skulle bli förstördt. Derför är det tröga qväfvet mycket nyttigt genom sin förmåga att hålla syrepartiklarna i sär; och äfven då en eld är mycket stor och stark, är det oss möjligt att släcka den, innan den hunnit draga till sig för mycket syre ur den omgifvande luften. Om man lyckas innesluta elden lufttätt, som i ett väl stängdt rum eller i lastrummet på ett fartyg, händer det ofta, att den slocknar af sig sjelf, emedan den förbrukat allt syret i luften.

Du förstår derför, att det är riktigt af oss att tänka oss luften rundt omkring oss såsom en blandning af två gaser. Men om vi undersöka vanlig luft riktigt noga, finna vi små qvantiteter af andra gaser i den, förutom syre och qväfve. För det första fins det kolsyra i den. Det är den skadliga gas, som vi utsända ur våra munnar, sedan vi låtit syret förena sig med kolet i vår kropp; denna kolsyra bildas äfven nästan alltid då en kropp brinner. Om det funnes endast djur på jorden, skulle denna gas snart förgifta luften; men växterna upptaga den, och i solskenet sönderdela de den, såsom vi skola få se i sjunde kapitlet, samt begagna sig af kolet för egen del, men gifva syret tillbaka till luften, så att vi kunna få nytta af det. För det andra fins det i luften små mängder *ammoniak* eller den gas, som du känner qväfvande stark, om du luktar på luktsalt. Denna ammoniak är nyttig för växterna, såsom vi småningom skola komma underfund med. Slutligen fins det i luften en stor mängd vatten, hvilket simmar omkring som osynlig gas eller ånga; och om den saken skola vi tala i nästa kapitel. Alla dessa gaser och ångor finnas emellertid i luften i mycket små mängder, och luftens hufvudmassa kan alltså sägas bestå af syre och qväfve.Då vi nu lärt oss, hvad luft är, uppstår af sig sjelf den frågan: hvarför omgifver luftkretsen på alla håll vår jord? Du erinrar dig från första kapitlet, att alla småpartiklarna af en gas sträfva efter att aflägsna sig från hvarandra, så att om jag vrider om kranen på en gasledning, utströmma derifrån gaspartiklar och spridas öfver hela rummet; till och med i andra ändan af rummet kan du känna lukten af gasen. Hvarför flyga då icke alla syre- och qväfveatomerna ut i rymden, så att vi blifva utan luft?

Här måste du tänka på en annan af våra osynliga krafter. Du har väl icke glömt vår jättekraft *gravitationen,* hvilken på långt håll drager föremål till hvarandra. Denna kraft drager jorden och syre-och qväfveatomerna mot hvarandra; och då jorden är mycket stor och tung, och luftatomerna äro lätta och rörliga, dragas de ned mot jorden och hållas stilla der af gravitationen eller tyngdkraften. Men trots allt detta upphör luften aldrig att sträfva efter att flyga bort; den trycker alltid uppåt och utåt med all makt, under det att jorden gör sitt bästa att draga den nedåt.

Häraf följer, att nära jorden, hvarest dragningen nedåt är mycket stark, luftatomerna hålla nära tillsammans, emedan tyngdkraften här lyckas bäst i sina ansträngningar. Men allt efter som vi komma längre och längre bort från jorden, blir dragningen nedåt mindre och mindre, och då skiljas också luft-atomerna allt mera, och luften blir tunnare. Antag, att linierna i omstående teckning (fig. 11) föreställa luftlagren! Nära jorden få vi tänka oss dem

såsom liggande tätt tillsammans, men ju högre upp vi komma, dess längre åtskilda finna vi dem.

Förnämsta orsaken, hvarför luften är *tätare* inärheten af jorden, ligger dock deri, att de öfre lagren trycka på de nedre. Om du har en mängd pappersark, liggande i en hög, så vet du ju, att de, som ligga längst ned i högen, blifva mer hoppressade än de som ligga högre upp, och precis på samma sätt är det med luftatomerna. Det är endast en skilnad. Om pappersarken hafva legat en tid och du tager bort de öfversta, förblifva de undre tätt hoppressade, under det att förhållandet med luften är helt olika; ty den är elastisk, och dess

Fig. 11

atomer sträfva alltid att åtskiljas, så att om trycket försvinner, åtskiljas de genast så mycket som möjligt.

Tänk dig som exempel en vanlig korkpistol! Om jag trycker fast korken mycket hårdt och sedan för kolfven långsamt inåt, kan jag hoptrycka luften betydligt. Dervid pressar jag atomerna allt närmare och närmare hvarandra, men till slut blifva de så mostpänstiga mot fortsatt sammanpressning, att korken icke kan motstå deras tryck. Den flyger ut, och luftatomerna spridas på nytt i luften rundt

omkring. På samma sätt som luften i korkpistolen kunde hoppressas, på samma sätt pressa de öfre luftlagren de nedre och hålla deras atomer hårdt hoppackade. Och i detta fall kunna icke atomerna trycka den ofvanför liggande luften tillbaka, såsom den hoppressade luften i korkpistolen gjorde med korken; de nödgas finna sig i sitt öde att blifva sammanpressade.

På endast måttligt afstånd från jordytan t. ex. på toppen af ett högt berg, blir luften lättare, emedan den har mindre mängd luft ofvanför sig, och den, som stiger upp i luftballong, har ofta mycket svårt att andas, emedan luften är så lätt och tunn. Ar 1804 steg en fransman Gay-Lussac tre fjerdedels mil upp i luften och förde ned deruppifrån en qvantitet luft; han fann, att den var mycket lättare än samma mängd luft tagen nära jorden, hvilket visar, att den var mycket tunnare eller *glesare,* som man också kan säga, och då mr Glaisher och mr Coxwell stego upp nära en mil, började mr Glaishers ådror svälla, hans tankar förvirrades och han föll i vanmakt. Luften var så tunn, att han icke kunde inandas tillräckligt mycket deraf, och den tryckte icke nog starkt på trumhinnorna i hans öron och på ådrorna i hans kropp1,000 liter luft väger nära jorden 1,293,2 gr., under det att samma mängd luft på en höjd af 3/4 svensk mil väger endast 500 gr., hvilket utgör ungefär två femtedelar af den förra vigten.. Han skulle hafva dött, om icke mr Coxwell hastigt hade släppt ut en del af gasen i ballongen, så att den sjönk ned i tätare luft.

Och nu komma vi till en annan, mycket intressant fråga. Om luften blir allt mindre och mindre tät, ju längre bort från jorden man kommer,

hvar slutar den då alldeles? Vi kunna icke stiga upp i ballong för att taga reda derpå, emedan vi skulle dö, långt innan vi nådde luftgränsen. Ganska länge kunde man endast gissa sig till, hur högt luftkretsen ungefärligen sträckte sig, och man antog i allmänhet, att den icke gick högre upp än 8 mil. Men senare hafva vissa underliga kroppar, hvilka vi väl aldrig tänkt skulle kunna vara oss till någon nytta härvid, yppat för oss hemligheten med luftens höjd. Dessa kroppar äro *meteorer,* hvilka äro orsaken till den vackra företeelse på himmelen, som vi känna under namnet *stjernfall.*

De flesta menniskor hafva säkerligen någon gång sett något, som liknar en stjerna, falla tvärs öfver himmelen och försvinna. Under ljusa stjernklara qvällar kan du ofta se en eller flere af dessa glänsande ljus genomkorsa rymden, ty i medeltal faller en sådan hvar tjugonde minut, och nätterna till den nionde augusti och den trettonde november äro de mycket talrika på vissa delar af himmelen. Dessa kroppar äro i verkligheten icke stjernor; de äro helt enkelt stenar eller stora metallstycken, som flyga genom luften och blifva glödande genom att gnidas mot dess atomer. Det finnes stora massor sådana stenar, som röra sig rundt omkring solen, och då vår jord kommer i närheten af deras väg, såsom fallet är i augusti och november, fara de med sådan fart genom vår atmosfer att de bli hvitglödande, utstråla ett klart ljus och sedan försvinna, upplösta i ånga. Stundom faller en sådan sten ned på jorden innan den upplösts i ånga, och på det sättet få vi reda på, att dessa stenar äro sammansatta af tenn, jern,

svafvel, fosfor och andra ämnen.

Det är emedan dessa kroppar brinna, som de förefalla oss som fallande stjernor, och när vi kunnase dem, veta vi att de måste hafva stött mot vår atmosfer. Om nu två personer stå på ett visst afstånd från hvarandra, låt oss säga 10 mil, och iakttaga, dessa meteorer samt den riktning, i hvilken de se dem falla, kunna de (med tillhjelp af vinkeln mellan de båda riktningarna) beräkna, huru högt dessa stenar äro ofvanför dem, när de först se dem, och då måste de hafva stött mot atmosferen, ja, till och med hafva gått ett stycke genom den för att bli hvitglödande. På det sättet har man fått reda på, att meteorerna börja utsända sitt ljus på en höjd öfver jordens yta af åtminstone 16 mil, och sålunda måste luftkretsen hafva en höjd af mer än 16 mil.

Fig. 12 En qvadrattums yta.

Vår nästa uppgift blir att angifva vårt lufthafs vigt. Du kan lätt förstå, att all denna luft, som trycker på jorden, måste vara mycket tung, äfven fastän den blir allt lättare högre upp. I sjelfva verket trycker luften vid hafsytan lika mycket, som om på hvarje qvadratcentimeter vore satt en vigt af 1,034 kgr. eller på hvarje qv.-tum 21,7 ℔. Om du tar en liten bit papper, så stor som fig. 12 utvisar, hvilket är jemt en qvadrattum, och lägger den på bordet, så uppbär den på sin yta ett tryck af 21,7 ℔. Men det kostar dig ändå så ytterst liten ansträngning att lyfta den? Hur kommer sig detta? hvarför märker man alls icke denna vigt?

För att fatta detta måste du taga all din uppmärksamhet till hjelp, ty saken är vigtig och till att börja med icke lätt att begripa. Först måste

du komma ihåg, att luften är tung derför att den af jorden dragés ned mot jorden. Men det tryck, som luften i detta exemplet utöfvar nedåt på pappersbiten, fortplantas också i *alla* riktningar till följd deraf, att luftatomerna äro rörliga om hvarandra. Genom att, betrakta ett annat lättfattligt förhållande, skall du kanske utan svårighet få en god föreställning härom. Om du t. ex. har en kruka bräddfyld med gula ärter och djupt ner bland ärterna lägger ett mjukt föremål t. ex. en kokt potatis och så sätter ett lock på kärlet och trycker på locket, så skall du få se att potatisen bär märken af att ha blifvit klämd af ärterna på *alla* sidor. Trycket, som ärterna utöfvat på potatisen, är lika stort uppåt och nedåt och åt sidorna. Detta beror derpå, att ärterna äro rörliga om hvarandra. Luftatomerna svara här mot ärterna. Då ett föremål befinner sig i luften, måste det af luftens egen vigt vara utsatt för ett tryck, som är lika stort uppåt, nedåt och åt alla sidor. Derför kan man rubba papperet lika lätt åt alla håll.

Äfven om jag lägger papperet på bordet, blir förhållandet detsamma, ty det fins alltid luft under det. Men om jag deremot kunde alldeles få bort luften på ena sidan af papperet, skulle trycket på andra sidan blifva mycket lätt märkbart. Jag kan göra detta helt enkelt genom att först fukta papperet, innan jag lägger det på bordet. Vattnet kommer då att hindra luften från att komma under det. Du kan göra experimentet sjelf. Fäst blott i pappersbitens midtpunkt en tråd, fukta så papperet och lägg det jemnt mot bordsytan. Försök sedan att lyfta det med tillhjelp af trådändan, och det går icke fullt så lätt nu, ty en vigt af 21,7 ℔ trycker ned det. Ett ännu bättre sätt att utföra

försöket är att använda ett stycke läder. Detta bör blötas mycket väl. Låter man det sedan falla mot golfvet, får man allt taga i ganska ordentligt för att lyfta det.Vid fästandet af snöret i lädret måste man dock göra hålet så litet som möjligt och dessutom sätta litet kitt öfver knuten. Då jag först gjorde detta experiment utan att hafva vidtagit detta försigtighetsmått, lyckades det icke bra, emedan luften trängde in genom hålet. Lägges den fuktade läderbiten tätt mot en slät stenskifva, så att ingen luft kommer emellan, så pressas läderbiten så hårdt mot stenen, att du kan lyfta den, utan att den lossnar från lädret. (Se fig. 13.)

Fig 13. Fuktadt läder lyfter en stenskifva.

Har du någonsin försökt att rycka lös snäckor från en klippa? Då vet du, hur fast de sitta. Snigeln sitter fast vid klippan på samma sätt som läderbiten vid stenen; det lilla djuret utsuger luften på insidan af skalet, och sedan pressas detta mot klippan med hela tyngden af den ofvanför befintliga luften.

Måhända gör du härvid en ny fråga: hur är det möjligt, när luften pressar på vår kropp med en tyngd af något öfver en kgr. på hvarje qvadratcm., att vi icke krossas under en sådan vigt? Ja, den vigt som en fullvuxen

menniska uppbär, är i sanning icke obetydlig: den stiger till 8,500 kgr. (20,000 ℔). Den skulle krossa oss, om det icke funnes vätskor och gaser inuti vår kropp, hvilka trycka utåt och uppväga det yttre trycket, så att vi icke alls känna det.

Detta var också orsaken till att Mr Glaisher's ådror svälde och att han blef yr i hufvudet. Gaserna och vätskorna inuti kroppen tryckte utåt lika starkt, som då han befann sig nere på jorden, men den yttre luften tryckte icke så hårdt, och härigenom inträdde en rubbning i hela hans kroppsliga befinnande.

Fig. 14 Ett glas fyldt med vatten hålles upp och ned, och ett kort hålles af luttrycket fast vid öppningen.

Jag hoppas, att vi nu ha en verklig föreställning om, huru tungt luften trycker på vår jord, men det ar lika nödvändigt att förstå, att den, såsom förut ar nämndt, också trycker uppåt, och vi kunna visa detta genom ett enkelt experiment Jag fyller ett glas med vatten, trycker ett tillräckligt stort kort tätt emot öppningen samt vänder alltsammans upp och ned. När jag så tar bort handen, skulledu naturligen vänta att papperet skall falla ned och vattnet rinna ut. Men nej! papperet stannar qvar alldeles som fastlimmadt vid bägaren, fasthållet endast af luften som pressar det uppåt. (Se fig. 14.) Och nu äro vi i stånd att förstå, hur man kan väga den osynliga luften. Dock först ännu ett experiment! Jag har här (fig. 15) hvad man kallar ett U-formadt rör. Jag häller vatten i det, tills det är fyldt till hälften; då kan du se, att vattnet stiger lika högt i rörets båda armar (Fig. 15 A), emedan luften trycker lika hårdt på båda ytorna. Derefter sätter jag min tumme på ena ändan af

Fig. 15 A. Vatten i det U-forimga röret under luftens naturliga tryck. B. Vatten i ena armen af tuben, då luftens tryck verkar endast vid *c.*

röret och lutar det varsamt, så att vattnet rinner upp i ena armen, och derefter vänder jag det tillbaka igen (Fig. 15 B). Men vattnet återtager icke nu sin förra ställning, det qvarstannar i den arm, på hvars mynning min tumme hvilar. Hvaraf kan det komma sig? Det beror derpå, att min tumme utestänger luften. Ingen luft trycker på vattnet vid den ändan, under det att den med hela sin tyngd hvilar på vattenytan vid *c.* Och här af icke allenast lära vi, att luften verkligen har vigt, utan vi kunna äfven tydligen *se* verkan af denna vigt genom att låta den motväga vigten af en vattenpelare eller af en annan vätska. Vid försöket medden fuktiga läderbiten fingo vi *känna* inverkan af tyngden; i detta fall se vi dess verkningar.

När vi önska veta, huru stort luftens tryck är, pläga vi rådfråga en *barometer.* En sådan är inrättad alldeles på samma sätt som vårt rör med vattnet i. En vanlig barometer består helt enkelt af ett långt rakt glasrör, fyldt med qvicksilfver samt upp- och nedvändt i en liten kopp eller skål med qvicksilfver. (Se B, fig. 16). Röret är ungefär 80 cm. långt, och ehuru det är alldeles fullt med qvicksilfver, när det vändes upp och ned, sjunker detta ögonblickligt, då röret föres ned i koppen, så att afståndet mellan qvicksilfverytan i röret och qvicksilfverytan i koppen blir vid pass 76 cm. Då det sjunker, uppstår ofvanför qvicksilfret, vid B, ett vacuum eller tomrum, så kalladt, emedan ingen luft finnes der. Qvicksilfret befinner sig nu under samma förhållanden som vattnet i det U-formiga röret; det är icke något tryck på det vid B, under det att det är ett tryck af en kgr. på qvicksilfret i skålen, och derför stannar det uppe i röret.

Fig. 16 Ett ror med qvicksilfver upp- och nedvändt i en kopp med qvicksilfver.

Men hvarför stannar det icke längre upp än 76 cm.? Jo, du kommer ihåg, att det hålles uppe i röret endast och allenast af luften, som trycker på qvicksilfret i koppen, och att qvicksilfverpelaren CB nu uppväger trycket af luften och vid sin mynning pressar på qvicksilfret i koppen lika mycket som luften trycker på den öfriga qvicksilfvermängden. Derför kan man säga att koppen och röret göra tjenst på samma sätt som ett par vågskålar. Luften utanför är det ämne, som skall vägas. Den tynger ned qvicksilfret i koppen vid ena ändan, och qvicksilfverpelaren CB svarar mot vigterna i den andra vågskålen; hvilka säga oss, huru tung luften är. Om nu mynningen af detta rör vore en qvadratcentimeter, skulle den 76 cm. höga qvicksilfverpelaren väga jämt 1,034 kgr., och häraf veta vi, att luftens tryck på hvarje qvadratcentimeter utgör jämt 1,034 kgr., men om mynningen af röret endast hölle en half qvadratcentimeter, och derför de 76 cm. qvicksilfver vägde endast 0,517 kgr. i stället

för 1,034, skulle trycket af luften äfven blifva hälften så stort, emedan det komme att verka endast på en half qvadratcentimeters yta, och derför blir det ingen skilnad på qvicksilfverpelarens höjd, vare sig

Fig 17. Vanlig barometer. A. Träomhölje för koppen med qvicksilfver.

röret är vidt eller trångt. Fig. 17 är en bild af en vanlig barometer; koppen med qvicksilfver, i hvilken röret står, är innesluten i en rund träkula A; och just vid dess botten är en öppning B, genom hvilken luften kan komma till koppen.

Men antag att luften blir lättare, hvilket inträffar, då den innehåller mycken fuktighet! Barometern kommer genast att utvisa detta förhållande, ty då trycket på qvicksilfret i koppen förminskas, kan icke längre qvicksilfverpelaren af det samma drifvas så högt upp i röret som förut; med andra ord, qvicksilfret kommer att sjunka ett stycke, eller, som man vanligen säger, barometern faller.

Låt oss antaga, att en dag luften är så mycket lättare, att den trycker endast med en tyngd af 1 kgr. på qvadratcentimetern i stället för 1,034. I så fall kommer qvicksilfret att falla 3 centimeter, emedan dessa 3 centimeter qvicksilfver väga just 0,034 kgr. eller 34 gram. När nu luften är full af vattenånga, blir den mycket lättare, och derför sjunker barometern, hvilket är orsaken till att vi vänta regn, då, barometern faller. Understundom kunna dock andra omständigheter göra luften lättare, och då faller intet regn, ehuru barometern står lågt.

Men om luften blir tyngre, tryckes qvicksilfret upp till kanske 77 eller 78 centimeter; på detta sätt äro vi i stånd att väga det osynliga lufthafvet, som omsluter vårt klot, och säga när det är tyngre eller lättare. Detta är hemligheten med barometern. Vi kunna icke nu tala om termometern, men jag vill i förbigående nämna, att den icke har någonting att göra med luftens vigt, utan endast med dess värmegrad, och att dess användning är helt olika.Nu hafva vi så länge uppehållit oss med att undersöka och väga lufthafvet, att vi knappast hafva någon tid öfrig för att tala om, huru det rör sig och huru vi få känna de behagliga fläktar, som uppfriska oss på våra landtliga promenader om sommaren. Har du försökt att springa i kapp någon gång, då det har blåst riktigt dugtigt? Då har du fått känna af luften riktigt eftertryckligt; hur den slår mot ansigte och bröst och drager tillsammans din strupe, så att du nära nog tappar andan! och hvilket arbete det är att sträfva emot den! Stanna ett ögonblick och fråga dig: *hvad är vinden?* Hvarför blåser det ibland åt ett håll, ibland åt ett annat och ibland icke alls?

Vind är ingenting annat än luft, som är i rörelse utmed jordens yta, och som, då den färdas fram, böjer trädtopparna, stöter emot husen, drifver fartygen fram medelst deras segel, sätter väderqvarnen i rörelse, för bort röken från de stora städerna, piper i nyckelhålet och sjunger sin klagosång, då den pressas ned i dalgången.

Hvad är det, som håller luften i en sådan ständig oro? Hvarför kan den icke ligga orörlig rundt omkring jorden?

Den är i rörelse derför, att dess atomer, som genom tyngden af luftlagret ofvanför hållas tätt hoppackade nära jordytan, begagna hvarje tillfälle att utbreda sig, så snart de finna större utrymme. Då ila de åstad till de ställen, der atomerna äro glesare packade, och detta är hvad vi kalla vind.

Tänk dig en hop ostyriga skolpojkar instängda i ett rum och hoppackade så tätt, att de knappt kunna röra arm eller benj Föreställ dig vidare, att en bred dörr hastigt öppnas! Skulle de ickedå störta ut hals öfver hufvud i förstugan, så att du, om du stode i vägen för dem, säkerligen blefve omkullknuffad ? Just så går det till med luftatomerna; när det fins rum för dem att utbreda sig på, så störta de åstad med sådan fart, att du måste taga i ganska ordentligt för att kunna stå emot dem och stundom gripa tag i något att stödja dig vid för att icke bli omkullblåst.

Men hur kommer det sig, att de kunna träffa på något ledigt rum? För att svara härpå måste vi vända tillbaka till våra små osynliga tomtar solstrålarna. När solstrålarna strömma ned på jorden, gå de genom luften utan att nästan alls uppvärma den. Men icke så med jorden; i den nedtränga de ett stycke, ehuru icke djupt, och kastas sedan tillbaka derifrån. Och när dessa solvågor dallrande komma tillbaka, tvinga de luftatomerna nära jorden åtskils och

göra dem lättare, så att luften tätt intill den uppvärmda jordytan blir mindre .tung, än luften högre upp, och stiger uppåt, alldeles som kork stiger uppåt i vatten. Du vet, att varm luft stiger uppåt i en skorsten; ty om du sticker ett stycke papper i kakelugnsbrasan, kastas det upp af draget, ofta innan det hunnit brinna till aska. Alldeles på samma sätt som den varma luften således stiger upp i kakelugnen, stiger också luften från den upphettade marken upp till högre belägna delar af luftkretsen. Och då den stiger, lemnar den naturligtvis endast tunnare luft qvar, och denna förmår icke motstå den starka kallare luften, hvars atomer tränga på för att få fritt utrymme, och så rusa dessa in och fylla den lediga platsen.

Ett af de enklaste exempel på, huru vind uppkommer, kunna vi erhålla fråndena vid kusterna. På morgonen uppvärmes marken snart af solskenet och uppvärmer sedan luften, hvilken härigenom blir lätt och stiger uppåt. Men i vattnet går solskenet djupare ned, och derför komma icke så många värmevågor att kastas tillbaka upp i luften; följaktligen är luften på vattenytan kallare och tyngre, och den sveper fram öfver hafsytan in emot stranden för att fylla det tomrum, som lemnats af den varma luften, då denna steg uppåt. Det är derför det är så angenämt att vistas vid kusten när det är hett om sommaren. Under dagen blåser nästan alltid en lätt bris, som kommer från sjösidan in öfver landet.

Men vid nattens inbrott förlorar marken hastigt sin värme, emedan den icke sparat på den, och landtluften blir kall; men hafvet som förvarat solvågorna längre ned i sitt djup, återgifver dem nu åt luften ofvanför, och sjöluften blir varm samt stiger uppåt. För den skull kommer nu turen till den kalla luften från land att blåsa ut till hafs, och det är *landvind,* som blåser från stranden.

Orsaken, hvarför det fins stadigvarande vindar, de s. k. *passadvindarna,* hvilka blåsa i riktning mot eqvatorn, ligger deremot deri, att solen är mycket brännande vid eqvatorn, och varm luft stiger der städse uppåt och lemnar rum för kallare luft, som då passar på att intaga dess plats. — Vi ha icke tid att vidare följa luften på dess irrfärder, ehuru dess resor äro utomordentligt lockande; men om du, då du läser om passadvindar och andra vindar, städse fasthåller bilden af, hurusom varm luft, som blifvit lätt genom värme, stiger uppåt, och annan kall luft i stället breder ut sig och kommer inrusande för att fylla den lediga platsen, så kan jag lofva dig, att du icke skall finnastudiet af luftströmmarna så torrt, som många menniskor tro att det är.

Vi hafva nu lättare att bilda oss en föreställning om värt lufthaf. Vi kunna tänka oss de oförtrutna syreatomerna simma omkring i det trögare qväfvet och förbrukas i hvarje ljus- eller gaslåga, i hvarje eld som brinner och i hvarje lefvande varelses andedrägt samt åter utandade, fastkedjade vid kolatomer, så att kolsyra har uppstått. Dernäst kunna vi vända oss till träden och växterna och se, huru dessa åter skilja de båda ämnena åt, i det att de behålla kolet och skicka de osynliga syreatomerna tillbaka ut i luften, färdiga att å nyo börja sitt verk. Vi kunna föreställa oss att dessa luftatomer, af så väl syre som qväfve, ligga tätt hoppackade på jordens yta, men allt mindre hopträngda, ju högre upp man kommer, emedan de der äro utsatta för allt mindre tryck, tills de slutligen äro så glesa, att vi endast då kunna upptäcka dem, när de gnida mot de flygande meteorerna, så att dessa både glöda och lysa. Vi kunna känna luftens betydande vigt, då vi försöka löstaga snäckan från klippan; och vi kunna se, hur den pressar upp qvicksilfret i barometern och sålunda sätter oss i stånd att mäta dess vigt Slutligen berättar oss hvarje vindfläkt, som blåser emot oss, huru detta lufthaf städse rör sig fram och åter på jordens yta; och om vi betänka, huru mycket dålig luft och osunda ångor luften måste föra med sig, då den från trånga städer går ut för att renas på landsbygden, kunna vi förstå, att den, om det också vore endast i det hänseendet, är till stor välsignelse för oss.

Det återstår dock ännu många härliga ting i vårt lufthaf, dem vi hittills icke ha nämnt. Först ärdet dessa små partiklar, som sväfva omkring i luften och hvilka skilja solljuset åt, så att det sprides öfver hela landskapet, äfven till skuggiga platser. Solens strålar gå alltid framåt i rak linie; och på månen, der ingen luftkrets finnes, finnes icke heller något ljus annorstädes än der solstrålarna falla direkt. Men rundt om vår jord stöta solvågorna mot myriader små partiklar i luften och glida från dem in i hvarje vrå i ett rum eller in i gömslena på den mest undangömda bakgata, och derför hafva vi ljus, hvar vi än gå under dagens lopp, i stället för dessa djupa svarta skuggor, som vi kunna se genom kikare på månens yta.

Vidare hafva vi elektriciteten, som spelar mellan luftatomerna och som skänker oss den praktfulla blixten och det storartade norrskenet, ja äfven stjernljusets blinkning åstadkommes helt och hållet genom små förändringar i luften. Hade vi icke vårt lufthaf, skulle stjernorna dystert blicka ned på oss med en orörlig stirrande glans i stället för att de nu likasom småle åt oss med sitt vänligt blinkande ljus, som vi lärt oss älska allt från det vi voro barn.

Alla dessa saker måste vi dock för närvarande lemna; jag hoppas dock, att du med ifver skall läsa om dem, hvar du kan få tillfälle dertill, och att du skall hålla ögonen öppna för att lära känna deras hemligheter. För närvarande få vi nöja oss med den bild vi fått af detta märkvärdiga lufthaf, som omgifver vår jord, och af det arbete, det åt oss uträttar.

I föregående kapitlet sade vi, att utan solstrålarna skulle jorden vara kall, mörk och isbetäckt. Med solstrålar, men utan luft, skulle en oerhörd värme trifvas sida om sida med oerhörd köld ochis, men något behagligt ljus kunde icke finnas. Vår jord skulle kunna taga sig bra ut från andra planeter, liksom månen gör för oss, men den skulle hafva jemförelsevis få egna behag att bjuda på. Med solstrålarna och luften har den, som vi se, mycken skönhet att uppvisa. Men en tredje arbetare behöfs, innan vår planet kan hafva öfverflöd på rörlighet och lif. Denna arbetare är vattnet; och i nästa kapitel skola vi lära något om vattendropparna och deras resor.

*

FJERDE KAPITLET.

En vattendroppe på resa.

Låtom oss nu egna en timme åt att följa en vattendroppe på dess resor! — Om jag doppar mitt finger i en skål, full med vatten, och sedan lyfter upp det, så får jag med mig ur vattenmassan en liten glänsande vattendroppe, som jag kan hålla upp i luften hängande vid min fingerspets. Säg mig, har du någon föreställning om, hvar den droppen har

varit? hvilka förändringar den har undergått och hvad den har uträttat under alla de långa tider, som det har funnits vatten på jordens yta. Det är en droppe nu, men det var icke så, innan jag lyfte upp den ur skålen; då var den en del af en vattensamling, och blir så åter igen, om jag låter den falla tillbaka i skålen. Om jag vidare skulle sätta skålen på spiseln, tills allt vattnet kokade bort, hvart månne då min droppe toge vägen? Hvar skulle den då vara? I hvilka former skulle den förekomma, innan den åter visade sig i regnmolnet, i floden eller i den glittrande daggen?

Allt detta är frågor, som vi nu skola försöka besvara; och först och främst, innan vi ens kunna förstå, huru vattnet gör sina resor, måste vi draga oss till minnes, hvad vi hafva lärt oss angående solstrålarna och luften. Vi måste hafva gjort oss en tydlig föreställning om dessa otaliga solvågor, som oaflåtligt genomkorsa rymden, och särskildt om de större och trögare vibrationerna eller svängningarna, de mörka värmevågorna; ty det är, som du minnes, dessa, hvilka tvinga luftatomerna åtskils och göra luften lätt, och det är också dessa, som äro flitigast sysselsatta med att skicka ut vattnet på de resor, det gör. Men icke dessa ensamma. Solvågorna kunde skaka vattendropparna, så mycket de behagade, och förvandla dem till osynlig gas, men bära dem öfver jorden kunde de icke, om icke dessa vindar och luftströmmar funnes i lufthafvet, som bär vattenångan i sin famn och gungar den hän till skilda trakter af jorden.

Låt oss försöka klargöra, huru dessa två osynliga arbetare, solvågorna och luften, bära sig åt med vattendropparna. Jag har en kittel (fig. 18, s. 80), som kokar öfver en spritlampa, och nugäller det att steg för steg följa med, hvad som pågår i kitteln. Först och främst lyftas i lamplågan spritatomerna uppåt och sammanstöta med syreatomerna i luften. Detta förorsakar, som du vet, att värmevågorna och ljusvågorna börja röra sig hastigt rundt omkring lampan. Ljusvågorna kunna icke komma in genom kitteln, men värmevågorna deremot kunna detta, och då de intränga i vattnet i kitteln, omskaka de det häftigt. Allt fortare och fortare börja vattenpartiklarna

vid kittelns botten att röra sig fram och åter samt att skakas åtskils; och då de så blifva lätta, stiga de uppåt genom det kallare vattnet och släppa ned ett annat lager, som nu i sin tur blir uppvärmdt. Rörelsen blir mer och mer våldsam och gör vattnet allt hetare och hetare, till dess slutligen de små delar, af hvilka det är sammansatt, springa sönder och flyga bort som osynlig vattengas. Om denna kittel vore genomskinlig, skulle du icke se någon ånga öfver vattnet, emedan den är der i form af en osynlig gas. Men när det bortdunstande vattnet kommer ut ur pipen på kokapparaten, ser du ett moln af ånga. Hvarför så? Emedan vattengasen blir afkyld, när den kommer ut i den kalla luften, och dess partiklar då åter sammandragas till små, små vattendroppar. Om du håller en tallrik öfver ångan, kan du uppfånga dessa små droppar, ehuru de, nästan genast som du fått dem fast, rinna i hop, den ena i den andra.

Molnen, som du ser segla på himmelen, bestå just af samma slags vattenånga som ångmolnet från kitteln, och jag vill visa dig, att detta i sjelfva verket också är samma sak som den osynliga vattengasen inuti kitteln. Jag skall göra detta med ett experiment, som är uppfunnet af dr. Tyndall. Jag begagnar mig af en annan spritlampa, som jagsätter rätt under ångpelaren — och se! ångan försvinner! Så fort vattenångan blir uppvärmd, skingras den åter uti osynliga partiklar, som flyta bort i rymden. Äfven utan någon spritlampa kan du öfvertyga dig om, att vattenångan kan vara osynlig; ty alldeles invid pipens mynning kan du se ett litet tomt mellanrum, innan ångan tar vid. Det måste finnas ånga äfven der, men den är ännu så het, att man icke kan se den; och detta visar, att värmevågorna kunna skaka vatten atomerna så

Fig. 18.

grundligt åtskils, att de midt för dina ögon göra vattnet osynligt och helt oförmärkt stjäla bort det.

Fastän vi aldrig se något vatten göra färder från vår jord upp till himlafästet, veta vi således, att det går dit, ty det kommer ned igen som regn, och alltså måste det gå upp osynligt. Men hvarifrån kommer då värmen, som gör vattnet osynligt? Nedifrån kommer den icke, såsom i vårt exempel med kitteln, utan ofvanifrån, utströmmande från solen. Öfverallt, hvarest solvågorna beröra floderna, vattenpölarna, dammarna, sjöarna eller snö- och isfälten på vår jord, bära de bort osynlig vattengas. De bryta igenom vattnets öfversta lager och slita medvåld isär vattenpartiklarna; och i detta fall springa vattendropparna lättare sönder och behöfva icke heller bli så heta, emedan de icke hållas nere af någon stor mängd vatten ofvanför, såsom i kitteln, utan finna god plats att sprida sig i mellanrummen mellan luftkretsens luftatomer.

Kan du föreställa dig dessa vattenpartiklar rätt öfver en dam eller sjö stiga i höjden och blanda sig med luftatomerna? De äro mycket lätta, mycket lättare än luften; och när en stor mängd af dem sprides omkring i den luft, som ligger närmast öfver dammen, göra de derför denna luft mycket lättare än luftlagret ofvanför och hjelpa derigenom denna att stiga uppåt, under det att det tyngre luftlagret sjunker ned, redo att taga upp mera vattengas.

Så går det till, att solvågorna och luften bära bort vatten hvarenda dag och dagarna i ända från ytan af sjöar, floder, pölar, källor och äfven från snö och is. Utan buller och bråk eller något slags uppseende lyftes vattnet på jorden osynligt upp mot himlafästet. Vi kalla detta i dagligt tal för »afdunstning».

Det är uträknadt, att genom afdunstningen bortgår ur Indiska Oceanen vatten till en höjd af 1,9 centimeter (d. v. s. nära 6 1/2 dec. linier) om dygnet. Den vattenmängd, som på ett år tyst och oförmärkt lyftes, bort från Oceanens hela yta, uppnår således en höjd af fulla 22 fot eller ungefär dubbla höjden af våra vanliga boningsrum. Det är visserligen sant, att detta är en af de varmaste trakter på jorden, der solvågorna äro som mest verksamma, men äfven i vårt land stiger årligen vatten till flere fots höjd upp i luften, i synnerhet sommartiden.

Hvad blir det af allt detta vatten? Låtom oss

följa det, medan det sträfvar sig fram mot himmelen. Med vår inbillningskraft till hjelp se vi det då först bära med sig lager efter lager af luft från hafsytan, till dess det stiger högt öfver våra hufvuden, ja, öfver det högsta berg. Drag dig så till minnes, hvad som sker med luften, när den aflägsnar sig från jorden. Kommer du icke i håg, att luftatomerna alltid eftersträfva att flyga åtskils och endast genom tyngden af den luft, som fins ofvanför dem, hållas sammanpressade? När denna vattenfylda luft stiger upp, börja alltså dess partiklar, som icke längre äro så

starkt sammanpressade, att skiljas åt, och när de så göra, förbruka de en del af den värme, som de förde med sig från jorden, och så blir luften kallare. Då vet du strax, hvad som måste inträffa med den osynliga vattengasen; den tager form af små vattendroppar liksom ångan från kitteln. Allt efter som luften stiger och blir kallare, samlar sig vattengasen i synliga massor, och vi kunna se den hänga på himlahvalfvet och kalla den *moln.* När dessa moln äro som högst, äro de ungefär l 2/3 mil aflägsna från jorden, men när de bestå af tunga droppar och hänga lågt nere, komma de ibland så nära marken som en sjettedels mil. Se upp mot molnen, när du härnäst går ut, och tänk på, att allt det vatten, som erfordrats för att bilda dem, har kommit från jorden och gjort den långa luftresan osynligt genom luften. Men nödvändigtvis från samma plats der du bor behöfver, detta vatten icke hafva kommit, ty vi hafva redan sett, att luften reser som vind hela jorden rundt och strömmar in för att fylla de luckor, som lemnas af uppstigande luft, hvarhelst sådana förekomma. Således kunna dessa moln mycket väl vara bildade af vattengas, som samlats från Medelhafvet ellerMexikanska bugten på Amerikas kust eller till och med, om vinden är nordlig, af frusna partiklar, samlade från snö- och istäcket på Grönland och hitförda af de rörliga luftströmmarna. Endast en sak kunna vi vara fullt förvissade om: att de komma från vatten på vår jord.

Ibland, när det är varmt, kunna dessa vattenpartiklar resa långa vägar utan att alls samlas till moln; och på heta, molnfria dagar är luften ofta öfverfull af osynlig vattengas. Om då en kali vind sveper fram i de högre luftlagren och afkyler denna

Fig. 19. Moln som bildas af uppstigande vattenånga, nar denna inträder i kalla luftrymder.

vattengas, blir det stora massor lättare moln af den, och himmelen är mulen. Vid andra tillfällen hänga moln lättjefullt på en för öfrigt klar himmel, och dessa visa oss (som på fig. 19), att just der de befinna sig luften är kall och förvandlar den osynliga gasen, som stiger upp från marken, till synlig vattenånga, så att vi just på de ställen, der detta sker, se den som moln. Sådana moln bildas ofta under varma, lugna sommardagar, och de likna till sin skapnad stora ulltappar, som nedtill sluta med en rät linie. De sväfva icke helt enkelt eller hänga i skyn, utan de hvila i sjelfva verket på en hög pelare af osynlig vattengas, hvilken sträcker sig rakt upp från

�jorden; och den räta linien under molnen utmärker stället, hvarest luften blir kall nog att förvandla denna osynliga vattengas till synliga vattendroppar.

Antag nu, att, medan dessa eller andra slags moln äro der uppe, en mycket kall vind eller en vind, som är fyld med vattengas, drager fram genom rymden. När den tar vägen genom molnen, fyller den dessa med vatten, ty om den afkyler dem, tvingar den vattengasen att förtäta sig, och om den för med sig en ny laddning af vattengas, blir luften fullare än den kan bära. I beggedera fallen blifva en del vattenpartiklar frigjorda, och vår tomte »kohesionen» tager genast fatt i dem och gör stora vattendroppar af dem. Dessa äro mycket tyngre än luften och kunna derför icke längre sväfva i denna, utan komma ned till jorden i en regnskur.

Det fins äfven andra sätt, på hvilka luften kan afkylas och regnet lockas ned, såsom till exempel när ett fuktigt vinddrag stryker fram öfver de kalla bergspetsarna. Så är förhållandet öfver Khasiabergen i Indien, hvilka äro belägna invid Bengaliska viken och som afkyla luftströmmen, när den går fram öfver dem på sin väg från Indiska oceanen. De fuktiga vindarna drifvas upp för bergssluttningarna, luften vidgar sig och vattengasen afkyles samt blir till droppar och faller i strida regnskurar. Sir J. Hooker berättar oss, att nederbörden under nio månader utgjorde nära 13 meter regn. Det vill säga: om vi kunde mäta upp hela den yta, på hvilken regnet föll, och der samla alla de nio månadernas regn, skulle der bli en sjö på nära 13 meter eller inemot 44 fots djup! Du skall icke förvånas öfver att få höra, att landet på andra sidan dessa berg knappast får något regnalls, då ju allt vattnet redan är borttaget ur luften, innan den når fram dit.

På detta sätt, men af olika orsaker, blir det vatten, som solen beröfvar våra floder och sjöar, återskänkt åt oss, sedan det gjort sina resor till olika delar af jorden, kringburet af vinden. Men det är icke alltid som det kommer raka vägen tillbaka till floderna och sjöarna; en stor del deraf faller på land och måste sippra ned utefter backar och sluttningar samt intränga i jorden för att komma tillbaka till sitt naturliga hemvist, och det blir ofta tillfångataget på vägen, innan det kan nå de stora vattnen.

Uppsök någon fläck af marken, som är lemnad orubbad och oodlad, och du skall finna den öfvervuxen med gräs, ogräs och andra växter; om du gräfver upp en torfva, skall du finna oräkneliga små rötter, som krypa genom marken åt alla håll. Hvar och en af dessa rötter har en svamplik mun, med hvilken växten tar upp vatten. Tänk dig nu, att regndroppar falla på denna jordtorfva och sjunka ned genom marken. Rundt omkring sig skola de finna små rötter, som törsta efter att insupa dem, och de bli också uppsugna som af små svampar och dragas in i växterna och upp genom stjelkarna till bladen. Här anrättas de, såsom vi få se i sjunde kapitlet, till födoämne åt växten, och endast för den händelse bladet har mera vatten, än det behöfver, kunna några droppar söka sig en utväg genom små öppningar under bladet och som osynlig vattengas åter lyftas upp af solvågorna i luften.

Dessutom faller mycket af regnet på hårda klippor och stenar, der det icke kan sjunka in, och dåligger det qvar i vattenpölar, tills det å nyo dunstar bort som vattengas och bortbäres i luften. Men overksamt är det icke heller har, innan det blir moln af det. Vi hafva denna osynliga vattengas i luften att tacka för, att vi om dagen äro skyddade för den brännande solhettan och för den outhärdliga kölden om natten.

Låt oss för en gång inbilla oss, att vi kunna se allt, som vi veta finnes mellan oss och solen. För det första hafva vi då den fina etern, genom hvilken solstrålarna färdas, piskande ned på jorden med omätlig kraft, så att de i den sandiga öknen likna en brinnande eld. Vidare hafva vi den tyngre *atmosferen* med dess syre- och qväfveatomer, som sväfva i denna eter och som böja de små solvågorna ur deras raka kosa. Men de förmå endast föga hindra dem på deras väg, och det är derför som i mycket torra länder solhettan är så genomträngande. Solstrålarna falla skoningslöst ned, och ingenting hejdar dem. Slutligen hafva vi i fuktiga länder de större men ändå osynliga partiklar af vattengas, som äro spridda ibland luftatomerna. Och ehuru dessa vatten partiklar äro ganska få (utgörande endast vid pass en tjugofemtedel af hela atmosferen), är det de, som*hindra* solvågorna. Ty de äro mycket snåla på värme, och ehuru ljusvågorna lätt slippa fram igenom dem, taga de fast värmevågorna och begagna dem till att utvidga sig. När det fms osynlig vattengas i luften, komma derför solstrålarna till oss, beröfvade några af sina värmevågor, och vi kunna stanna i solskenet utan att lida af hettan.

Detta är förklaringen, huru det kommer sig, att vattenångan kan värna oss om dagarna; men om nätterna är den ännu nyttigare. Under dagenslopp hafva vår jord och luften i dess närhet tagit i förvar värmen, som utgjutits öfver dem, och om natten, när solen gått ned, börjar all denna värme å nyo rymma sin väg. Om det då icke funnes någon vattengas i luften, så skulle värmen rusa tillbaka ut i rymden så hastigt, att marken äfven under sommarnätterna blefve utkyld och fröse, och alla växter utom de mest härdade skulle dö. Men vattengasen, som var som en slöja mot solen på dagen, blir nu ett ändå kraftigare skydd mot för hastig afkylning om natten. Den motar värmevågorna och släpper endast långsamt fram dem på deras färd uppåt samt bereder oss derigenom de milda, ljumma sommarnätterna och hindrar under vintrarna lifvets fullständiga tillintetgörelse.

Kanske du i förstone knappt vill tro, att det är denna skärm af vattenånga som bestämmer, huruvida vi skola få dagg på marken eller icke. Har du någonsin tänkt efter, hvarför dagg bildas eller hvilken makt varit i verksamhet för att strö omkring de glittrande dropparna på gräset? Föreställ dig, att det har varit en mycket het sommardag, så att marken och gräset blifvit duktigt uppvärmda, samt att solen så går ned från klar himmel utan några moln. Då blifva värmevågorna, som insamlats och förvarats nere i jorden,, åter med ens lössläpta i fria luften; der blifva några af dem girigt förtärda af vattenångorna, under det andra långsamt taga vägen mot höjden. I synnerhet är det gräset, som släpper ut dessa värmevågor med stor hast, emedan bladen äro så tunna att de nästan helt och hållet äro yta. Till följd häraf skilja de sig vid sin värme hastigare än de kunna hemta upp ny från marken och blifva derför afkylda.

Imellertid är just den luft, som befinner signärmast ofvanför gräset, full af osynlig vattengas, och när bladen med sin kyla komma åt vattenpartiklarna, afkylas dessa och kunna icke längre hålla sig åtskils, utan förena sig till droppar på bladens yta.

Vi kunna utan svårighet göra artificiell dagg på egen hand. Tag in en karaffin med is, som först hållits utomhus i kyla. När du flyttar in den i jett varmt rum, bildar sig genast imma utanpå karaffinen. Denna imma är sammansatt af vattendroppar, som kommit från luften i rummet, emedan det kalla glaset afkylde luften rundt omkring, så att

den lemnade ifrån sig sitt osynliga vatten, af hvilket daggdroppar bildades. Just på samma sätt afkyla de kalla grässtråna luften, som ligger öfver dem, och stjäla till sig dess vatten.

Men försök ett annat experiment någon qväll, när man kan vänta, att stark dagg skall falla. Bred ut en tunn nättelduksbit, så långt den räcker, öfver gräset och gif den stöd i de fyra snibbarna med fyra käppar, så att det hela blir som ett litet tält. När daggen nu faller, blir det rikligt med dagg rundt omkring, men under tälttaket skall du knappast finna någon alls. Skälet härtill är, att nättelduken hejdar värmevågorna, när de stiga upp ifrån gräset, och grässtråna blifva derför icke tillräckligt afkylda för att samla ihop vattengasen till vattendroppar på sin yta. Om du går ut tidigt en sommarmorgon och granskar de fina spindelväfvarna, som hänga tvärs öfver häckarna, skall du kunna se hoptals med droppar gnistrande som diamanter på sjelfva spindelväfvarna; men under dem på bladen inga alls, ty äfven den fina spindelväfven är stark nog att innestänga värmevågorna och hålla bladen varma.

Om du så går bort ifrån gräset och promenerar på grusvägen, så finner du der ingen dagg.Hur kommer det till? Det beror derpå, att stenarna i gruset kunna taga upp värme från jorden under sig lika fort som de lemna värmen ifrån sig och äro derför aldrig kalla nog att afkyla luften, som berör dem. När qvällen är mulen, skall du ofta finna liten eller ingen dagg äfven på gräset. Skälet härtill är, att molnen återkasta en del värme åt jorden, och gräset blir derför icke tillräckligt afkyldt för att draga tillsammans vattendroppar på sin yta. Men efter en het, torr dag, när växterna äro törstiga och det är föga utsigt att bli regn, som kan vederqvicka dem, då äro de fram emot qvällen redebogna att hemta upp de små dropparna från luften och dricka upp dem, innan den uppgående solen åter kommer och tar bort dem.

Men vår regndroppe undergår andra förändringar, ännu märkvärdigare än dessa. Hittills hafva vi tänkt oss den endast när den är stadd på resa der, hvarest temperaturen är tillräckligt mild för att den skall kunna bibehålla sin flytande form såsom vatten. Men antag nu att den, när den stiger upp i luften, möter en vindfläkt, så kall att den bringas till fryspunkten. Om den råkar in i denna luftström, när den redan är en droppe, fryser den till ett hagelkorn, och ofta på heta sommardagar kunna vi få en häftig hagelskur öfver oss, emedan regndropparna, under det de föllo, passerade en bitande kall vind och derigenom fröso till runda isdroppar.

Men om vattengasen råkar in i den isande väderilen, medan den ännu är en osynlig gas och innan den har sammandragits till droppar, blir dess historia mycket annorlunda. Den vanliga kohesionskraften har då ingen makt öfver partiklarna ochkan icke göra dem till vattenkulor, men i dess ställe inträder tomten »kristallisation», och de förskapas till vackra hvita flingor och falla ned i en snö-flock. Du bör försöka skapa dig en liflig föreställning om denna förvandling, ty om du bara en gång börjar intressera dig för naturens underbara förmåga att bygga kristaller, skall du blifva förvånad öfver, huru ofta du möter exempel på den och hvilket nöje detta skall bereda dig för hela lifvet.

Fig. 20. En bit bröstsocker i naturlig storlek.

Nästan alla ämnens småpartiklar kunna, om de lemnas åt sig sjelfva utan störande ingrepp, antaga kristallform. Om du löser salt i vatten och sedan låter allt vattnet långsamt dunsta bort, får du saltkristaller; — vackra tärningar af genomskinligt salt, alla bygda efter samma mönster. Det samma gäller om socker; och om du vill se på piggarna i ett vanligt stycke bröstsocker sådant som figuren här ofvan visar dig, skall du finna, hvilka slags kristaller socker bildar. Du kan med ett förstoringsglas se likadana på en vanlig hvit sockerbit.

Men det är icke blott lätt lösta ämnen, sådana som socker och salt, hvilka bilda kristaller. De vackra droppstensgrottorna äro allesammans bildade af kristaller af kalksten. Diamanterna äro kolkristaller, bildade i jordens inre. Bergkristallerna, som du förmodligen har sett i broscher, äro kristalliserad qvarts; likartadt är förhållandet med agat, opal, jaspis, onyx och många andra dyrbara stenar. Jern, koppar, guld och svafvel antaga kristallform när de smälta och sedan långsamt afkylas; hvar och en har sin särskilda form, och vi se, att här en beundransvärd ordning herskar, sådan vi aldrig skulle hafva drömt om, ifall vi icke sjelfva sett bevis derpå. Med hjelp af ett mikroskop kan du sjelf följa kristallernas tillväxande genom att lösa litet vanlig pulveriserad salpeter i en smula vatten, tills du finner att icke mera deraf vill lösas i vattnet. Gjut så några droppar sådant vatten på en

varm glasskifva och lägg denna under mikroskopet. När dropparna torka, skall du få se, huru långa, genomskinliga salpeternålar formas på glaset, och lägg härvid märke till, huru regelbundet dessa kristaller växa och icke som lefvande varelser mottaga sin föda inifrån utan genom att jemnt och regelbundet lägga smådel efter smådel tillsammans på yttersidan.

Kunna vi bilda oss någon föreställning om orsakerna, hvarför kristallerna bygga upp sin form så der systematiskt? Dr Tyndall säger, att vi kunna det, och jag hoppas att med tillhjelp af ett par små magneter kunna visa dig, huru han förklarar detta. Dessa små stänger (fig. 21) hafva gnidits mot en magnet, tills de sjelfva blifvit magneter, och du kan med hvilken som helst af dem draga till dig och lyfta upp en nål. Men om duförsöker att lyfta upp den ena magnetstången med tillhjelp af den andra, kan du göra det endast genom att föra tillsammans vissa bestämda ändar af stängerna. Bind en bit rödt sefirgarn (c, fig. 21) omkring ena ändan af hvardera magneten för att lättare känna igen dem!

Fig. 21. Magnetstänger, som attrahera och repellera hvarandra. *c* En tråd, knuten omkring magneternas nordpoler.

Om du nu närmar två röda ändar intill hvarandra, vilja de icke fästa vid hvarandra men rulla i stället bort från hvarandra. Om du deremot för en röd ända nära en ända, der det icke fins något sefirgarn, då förenas de två magnetstängerna. Orsaken härtill är den, att hvarje magnet har två poler eller punkter, som äro hvarandra alldeles motsatta till sin beskaffenhet. Den ena af dessa kallas magnetens nordpol, emedan magneten, om den får hänga fritt, med den ändan pekar mot norr, och den andra är sydpolen, som pekar mot söder. När du nu för tillsammans två röda ändar, det vill säga två nordpoler, drifva de bort hvarandra. Den magnet, som du icke håller fast, springer bort från den andra. Det samma inträffar också, om du för till sammans två sydpoler.Men om du för tillhopa en nordpol och en sydpol, då dragas de ihop och häfta sig vid hvarandra. Du kan bilda en triangel (A, fig. 21), i hvilken en svart och en röd ända alltid sammanträffa, och då ser du att triangeln håller ihop. Men om du tar bort den undre magnetstången och vänder om den (B, fig. 21), så att två röda ändar och två svarta ändar sammanträffa, då rullar denna magnetstång bort från de andra båda. Om jag nu bröte sönder dessa magnetstänger i tusentals små bitar, så skulle ändå hvarje bit hafva två poler, och om de vore kringströdda i hvarandras närhet på så sätt, att de fullkomligt obehindradt kunde röra sig, skulle de alltid ordna sig så, att två olika poler komme tillsammans.

Föreställ dig nu, att smådelarna hos alla dessa ämnen, som bilda kristaller, hafva poler likasom våra magneter; då kan du också lätt tänka dig, att när värmen, som höll dem åtskilda, är försvunnen och partiklarna komma mycket tätt tillhopa, de skola ordna sig allt efter polernas dragningskraft och sålunda bygga regelbundna och vackra mönster.

Om vi kunde resa upp till molnen, der tomten *kristallisation* är sysselsatt med sitt arbete, skulle vi också finna vattenångornas småpartiklar i en fryskall atmosfer hålla på att bygga sig samman till små fasta snökristaller. Om du går ut strax efter ett snöfall och undersöker noggrant, skall du snart se, att snöflingorna icke endast äro klumpar af fruset vatten, utan vackra sexuddiga kristallstjernor, så hvita och rena, att när vi vilja tala om någonting riktigt fläcklöst hvitt, säga vi att det är »hvitt som snö». Några af dessa kristaller äro endast flata skifvor med sex sidor, andra ärostjernformiga med sex spetsar eller spjut, som gå ut från medelpunkten, andra hafva också sex sådana spjut, fast hvart och ett liknar till sin skapnad en vacker ormbunke.

Fig. 22. Snökristaller.

Icke mindre än ett tusen olika former af fina kristaller hafva påträffats bland snöflingorna, men fast der finnes så stor omvexling, äro de ändå alla bygda efter den sexsidiga eller sexuddiga planen, och allesammans äro bländande hvita genom ljusets reflexion från kristallernas ytor och från de små luftbubblor, som finnas inuti dem. Detta är anledningen till att du, när snön smälter, endast har litet smutsigt vatten qvar i handen; kristallerna äro sin kos, och det fins icke heller några fångna luftbubblor vidare, som kunna göra tjenst som speglar åt ljuset. Rimfrosten består, också den, af små vattenkristaller och är ingenting annat än frusen dagg, som hänger på grässtråna och på träden.

Men hur är det då med isen? Här, kanske du invänder, är fruset vatten, och ändå se vi icke några kristaller, endast en klar, genomskinlig massa.Här hjelper oss återigen dr Tyndall. Han säger (och likasom jag har fått det bekräftadt genom egna försök, så kan äfven du pröfva, om det är sant), att om du tager ett förstoringsglas och ser skarpt på ytan af isen en solig dag så kan du upptäcka en mängd mörka sexsidiga stjernor, som likna tillplattade blommor, och i midten på hvar och en af dem fins en ljus fläck. Dessa blommor, som man kan se, när isen smälter, äro våra gamla vänner kristallstjernorna, som förvandlas till vatten, och den hvita fläcken i midten är en bubbla, ett tomrum, som uppstått; emedan vattenblomman icke upptar så mycket rum som kristallstjernans is gjorde.

Fig. 23. Vattenblommor i smältande is.

Och detta fäster vår uppmärksamhet på, att is alltid intager större rum än vatten och att det är häraf det kommer sig att våra vattenledningsrör brista sönder vid sträng kyla; ty när vattnet fryser, utvidgar det sig med stor kraft, röret spränges då sönder, och när det åter blir tö och isentinar upp, tränger vattnet ut genom alla sprickor, som isen bildat.

Det är icke svårt att förstå, hvarför isen tager mera rum; ty vi veta, att om vi skulle försöka att ordna tärningar med kanterna mot hvarandra i stjernformiga figurer, blefve vi tvungna att lemna mellanrum och kunde icke jemka ihop dem så tätt, som om de låge sida vid sida. På samma sätt är det nu, när kristalliseringens jättekraft tvingar atomerna af fruset vatten in i stjernformig skapnad. Den fasta massan måste fylla större rum än det flytande vattnet, och när stjernan smälter, uppenbarar sig detta tomrum för oss i den ljusa fläcken i medelpunkten af hvarje isblomma.

Vi hafva nu sett vår vattendroppe i alla dess olika former som osynlig gas, synlig ånga, moln, dagg, rimfrost, snö och is, och vi få endast föga tid qvar att följa honom på hans resor, icke blott upp och ned igen, såsom hittills, men rundt omkring i verlden.

Vi måste först vända oss till hafvet som destilleringsplatsen eller det ställe, från hvilket vattnet i sitt renaste skick drages uppåt osynligt i luften; och vi måste förnämligast uppsöka tropikernas haf, emedan solen här kastar sina strålar rakaste vägen hela året om och skickar ut värmevågor att skaka i sär vattenpartiklarna. Man har med anstälda försök utrönt, att för att förvandla 1 kilogram vatten till vattengas behöfves lika mycket värme som erfordras för att smälta 5 kilogram jern: och om du tänker efter, hur svårt det är att smälta jern och huru vi kunna hålla en eldgaffel i brasan och den ändå förblir fast som förut, så skall du lätt förstå, huru mycket värme solen måstesända ned för att hemta upp ett så stort förråd vattenånga från tropikhafven.

Men när nu all denna vattengas är uppforslad i luften, veta vi, att en del deraf bildar moln, när den blir afkyld högt uppe i luften, och i detta fall kommer den ned igen i dessa förskräckliga regnfloder, som förekomma i de tropiska klimaten.

Men solen och luften vilja icke låta alltsammans falla ned på en gång, och vindarna, som blåsa från eqvatorn till polerna, föra bort med sig stora massor deraf. Då blir det, som du vet, beroende på många olika omständigheter, hur långt denna vattenånga bortföres. En del, som afkyles af kalla väderilar eller af kalla bergspetsar, öfver hvilka den stryker fram på sin färd mot norr, faller ned som regn i Europa och Asien, under det att den, som reser söderut, kan falla ned som regn i Sydamerika, Australien eller Nya Zeeland eller föras öfver hafvet till Sydpolen. Hvarhelst vattengasen faller ned på marken som regn och icke upptages af växter, blir dess öde ettdera af dessa två: antingen forsar vattnet ned i strömmar och bildar bäckar och floder och letar sig genom dem slutligen väg tillbaka till hafvet, eller ock sjunker det djupt ned i jorden, tills det påträffar någon hård klippa, genom hvilken det icke kan komma fram, och då det härvid blir hårdt pressadt af det vatten, som kommer efter, stiger det åter upp genom springor och kommer upp i dagsljuset igen som ett källsprång. Dessa källsprång ge i sin ordning tillflöden åt strömmar, ibland ofvan jord, ibland långa sträckor under jorden; men på ena eller andra sättet kommer slutligen all vätan tillbaka i hafvet.

Men om vattengasen får fortsätta sin resa,

tills den når höga berg i kallare länder, som t. ex. Alperna i Schweiz, eller bäres bort ända till polerna och till sådana land som Grönland eller till norra Sibirien, då faller den ned som snö och bildar ofantliga snöfält. Och här eger en egendomlig förvandling rum med den. Om du gör dig en vanlig snöboll och kramar den duktigt, blir den mycket hård, och om du sedan ytterligare pressar den i en gjutform, kan du förvandla den till genomskinlig is. På samma sätt blir den snö, som faller i Grönland och på de höga bergen i Schweiz, mycket hårdt sammanpressad, under det den glider ned i dalarna. Det går med den som med en folkhop, som från en bred väg skall klämmas in på en trång gata. Då dalen blir trängre och trängre, kan icke den stora snömassan, som är främst, röra sig framåt med samma hastighet som förut, allt under det att snöfallet fortfar i bakomliggande trakter och allt större och större massor af snö sålunda hopa upp sig och trängseln blir allt större, sammanskockningen allt tätare. Så blir snön sammanpressad, ända till dess den luft, som var gömd i kristallerna och som gaf den dess vackra hvithet, är utpressad, och snökristallerna sjelfva blifvit sammankramade till en enda fast massa af ren, genomskinlig is.

Vi få då, hvad som kallas en »glacier», en jökel eller en isflod, och denna fasta flod kommer i Grönland nedskridande ända till dess den når sjelfva hafskanten. Der tränges den ut öfver yttersta kanten af fastlandet, stora stycken knäckas af och stjelpa ned, och så få vi *isberg*. Dessa isberg, bildade — kom i håg det — af samma vatten, som först befann sig vid tropikerna, flyta på det vida hafvet, smälta i dess varma strömmar och taga dåöfverbalansen samt tumla öfver ända Ett flytande isberg måste hafva omkring 8 gånger så mycket is under vattenytan som det har öfver densamma, och när den undre delen smälter i en varm ström, förlorar isberget alltså jemnvigten och stupar omkull, allt efter som dess tyngdpunkt bytt läge. *Förf:s not.* och upplösas slutligen samt blandas samman med vattnet, så att de åter drifvas tillbaka till den varma oceanen, från hvilken de en gång utgingo. I Schweiz kunna glaciererna icke nå hafvet, men skrida ned i dalarna, tills de komma till varmare trakter, och der smälter den nedre ändan af glacieren och flyter bort i en ström. Rhone och många andra floder erhålla sitt vatten af Alpglaciererna; och som dessa floder utmynna i hafvet, hittar äfven då vår vattendroppe vägen tillbaka till sitt forna hem.

Men när den på detta sätt förenar sig med sina kamrater, från hvilka den en tid varit skild, kommer den då tillbaka lika klar och genomskinlig, som när den lemnade dem? Från isberget kommer den ju verkligen tillbaka ren och klar; ty tomten Kristallisering tål icke några orenligheter, icke en gång salt, i sina iskristaller, och när dessa smälta, återlemna de derför ingenting annat än rent vatten åt hafvet. Dock — äfven isbergen föra med sig jord och stenar, som frusit fast på isens botten, och mata således hafvet med grus och jordpartiklar. Men vattendropparna i floderna äro på långt när icke så rena som när de stego upp mot himlafästet. Vi skola i nästa kapitel få se, huru floderna längs hela sitt lopp medföra icke blott sand och jord, utan äfven sådana fasta ämnen som salt, kalk, jern och qvarts, upplösta i vattnet på samma sätt som socker kan befinna sig upplöst deri, utan att vi kunna se det. Äfven det vatten, som

sjunkit ned i jorden, tager upp mycket smått och godt på sin resa. Alla veta, att det vatten man dricker ur en källa är mycket olika regnvatten, och en hård skorpa kan du ofta finna i bottnen på kittlar och grytor, bildad af kalciumkarbonat, som genom kokningen drifves ut ur det klara vattnet. Vattnet har blifvit »hårdt», i följd deraf att det samlat upp och upplöst kalciumkarbonat på sin väg genom jorden, på samma sätt som vatten skulle blifva sött, om du silade det genom en sockersil. Du har säkert också, äfven om du aldrig smakat vattnet ur någon af dem, hört talas om jernkällor, svafvelkällor och saltkällor, som komma upp ur jorden, och alla sådana källors vatten hittar slutligen tillbaka till hafvet.

Och nu kan du nog förstå, hvarför hafsvattnet smakar salt och bittert. Hvar enda vattendroppe, som flyter från jorden ut i hafvet, för med sig någonting. Vanligtvis förekommer det främmande ämnet i så ringa mängd, att vi icke kunna känna dess smak, och vi kalla då vattnet rent; men till och med det klaraste kall- eller flodvatten innehåller alltid något fast ämne upplöst i sig, och allt detta vandrar till hafs. När nu solvågorna komma och taga vattnet ur hafvet igen, vilja de icke föra med sig något annat än sjelfva det rena vattnet; och följaktligen lemnas alla dessa salter och karbonat och andra fasta ämnen qvar, och deras smak känna vi derför i hafsvattnet.

Tag någon gång, när du är vid kusten, litet hafsvatten och sätt det på elden, tills en stor del helt sakteligen har

kokat bort, och vätskan, som återstår, är rätt tjock. Tag sedan en droppe af denna vätska och undersök den under mikroskopet. Allt efter som den småningom torkar upp, skalldu se en massa kristaller bildas, några fyrkantiga — det är vanliga, saltkristaller; några aflånga, det är gipskristaller; och andra af olika former. När du då ser, huru mycket smått och godt från fastlandet innehålles i hafsvattnet, skall du icke längre behöfva undra, hvarför hafvet är salt; tvärt om skall du fråga: Hvarför blir det icke saltare år efter år?

Svaret härpå tillhör icke egentligen vår vattendroppes historia, men jag vill i alla fall antyda anledningen dertill. I hafvet finnas hoptals af blötdjur, liknande dessa gelédjur, som bilda korallerna, och dessa behöfva fast byggnadsämne till sina skal eller till de fasta bankar, på hvilka de lefva, och de spana girigt efter dessa atomer af kalk, qvarts, magnesia och andra ämnen, som förts ned i hafvet. Det är med tillhjelp af kalk och magnesia som de små kalkstensbyggarne bilda sina vackra skal och koralldjuren sina skelett, under det en annan klass af byggmästare begagna qvarts; och när dessa djur dö, tjena qvarlefvorna efter dem att bilda nytt land på hafsbottnen; och fastän jord ständigt sköljes bort af floder och källor, bygges den sålunda upp igen af samma byggnadsvirke på bottnen af det stora verldshafvet.

Och dermed hafva vi nått slutet på vår regndroppes resor. Vi hafva sett den af andeväsendet *Värme* osynligt dragas upp mot himlafästet; der greps den af tomten *Kohesion* och bildades till vattendroppar, hvarefter jätten *Gravitation* åter ryckte den ned till jorden. Eller också, om den steg till fryskalla trakter, var tomten *Kristalliseringskraft* framme och förvandlade den till snökristaller, som äfven de föllo till jorden och antingen åter smältes till vatten af värmen eller gledo nedför dalsänkornatill följd af gravitationen, till dess snöflingorna blefvo hopkramade till is. Som osynlig hafva vi funnit den insvepa jorden likasom i en slöja för att om dagen afvärja solstrålarnas våldsamma hetta och om natten hålla värmen qvar. Vi hafva sett, hur den, afkyld af grässtråna, bildar glittrande daggdroppar eller rimfrostkristaller, som glänsa i den tidiga morgonsolen; och vi hafva sett den nere i den mörka jorden girigt uppdrickas af växtrötterna. Vi hafva följt den från tropikerna och rest med den öfver land och haf samt lagt märke till, huru den bildade floder eller flöt under jorden i källsprång eller styrde kosan till de höga bergen eller polerna och kom tillbaka i glacierer och isberg. Och under allt detta, huru den än föres hit och dit genom osynliga makter, finna vi intet spår af att den är uttröttad eller ser ut att vilja hvila sig från sina vedermödor. Alltjemt är den på resande fot, än uppe, än nere, än verlden rundt många gånger om, ständigt i olika skepnader och utförande många underbara bedrifter. Något af hvad den uträttar hafva vi redan sett, då den uppfriskar luften, ger näring åt plantorna, skänker oss klart, glänsande dricksvatten och fraktar med sig allehanda ämnen till hafvet; dessutom har den dock ännu något underbart för sig, nemligen att omskapa hela det yttre utseendet af vår jord. Detta dess arbete skola vi närmare betrakta i nästa kapitel, som kommer att handla om »de två stora bildhuggarne Vatten och Is».

*

FEMTE KAPITLET.

De två stora bildhuggarne Vatten och Is.

I förra kapitlet sågo vi, att vatten kan förekomma under tre former 1. som en osynlig gas; 2. som flytande vatten; 3. som fast snö och is

Nu skola vi då gripa oss an med de två sistaaf dessa former, vatten och is, och tala om dem som bildhuggare.

För att förstå, huru de kunna göra sig förtjenta af detta namn, måste vi först tänka efter, med hvad slags arbete bildhuggaren sysselsätter sig. Om du går in på gården till en bildhuggareverkstad, finner du der stora marmor- och granitblock och andra slags stenar groft tillyxade i olika former; men om du derifrån går in i atelieren, der bildhuggaren sjelf håller på med sitt arbete, skall du der få se mer eller mindre afslutade vackra bildstoder; och du skall finna, att han ur de skrofliga stenblocken lyckats uthugga bilder, som likna lefvande varelser. Du kan till

och med af deras ansigten sluta dig till, om de skola föreställa sorgsna eller tankfulla eller glada, och af deras ställningar och åtbörder, om de vrida sig i smärta eller dansa af glädje eller befinna sig i lugn hvila. Huru har nu hela denna bildskrift kunnat arbetas fram ur den formlösa stenen? Det har åstadkommits af bildhuggarens mejsel. Här har ett stycke huggits bort, der en ojemnhet slätats och filats af, på ett annat ställe har en slät yta blifvit afrundad mjukt och behagligt; genom alla dessa konstgrepp formas småningom bilden, och ur den skrofliga stenen framträder först en oformlig skapnad och sedan genom fina mejselsnitt gestalten af ett lefvande väsen.

Och på just samma sätt, som bildens kantigheter och bugter utjemnas af bildhuggarens mejsel, på samma sätt hafva också vattnet och isen under sin färd öfver jorden skurit till och mejslat fram bergshöjder och dalar, branta alpstigningar och de mjuka rundningar på vår jords yta, som ge den hela dess skönhet och framkalla de vexlande landskapsutsigter, hvilka tilltala oss så mycket.

Det är visserligen sant, att åtskilliga af jordens största ojemnheter, de höga bergen och vissa högländta landmassor, som resa sig högt öfver hafsytan, hafva förorsakats genom jordbäfningar och jordskred. Om dessa skola vi dock icke nu tala, utan lemna dem å sido såsom de der höra till grofsysslorna på gården till bildhuggarverkstaden. Men när dessa stora massor en gång väl äro i ordning för vattnet att taga i tu med, då beror också allt det återstående, de spetsiga kanterna och de mjuka sluttningarna, som så betydligt bidraga till landskapets skönhet, på vatten och is; och det är derför jag kallat dem bildhuggare.

Gör en fotvandring genom ett landskap eller lägg märke till landskapet, då du far derigenom på jernvägen. Du färdas backe upp och backe ned, genom smala, branta pass, uthuggna i den hårda klippan, eller genom vilda hålvägar, uppför hvilkas sidor du knappast kan klättra. Och så kommer du till gräsbevuxna sluttningar och till jemna slätter, öfver hvilka du har milsvid utsigt utan att upptäcka en enda backe; eller om du kommer till hafsstranden, kan du få krypa ned i hålor och grottor eller längs efter långa mörka gångar, som leda från en vik till en annan. Dessa branter, dalar, pass, hålvägar, sluttningar, slätter, hålor, grottor och klippstränder äro allesammans utgräfda af hafvet. Dag efter dag och år efter år — äfven om under hela tiden alltsammans förefaller oss vara sig alldeles likt — håller den oförtrutne bildhuggaren på och nöter bort några sandkorn här, en bit af ett utskjutande hörn der, en större massa på ett tredje ställe, till dess han ger landskapet dess egendomliga karaktär, på samma sätt som den verklige bildhuggaren ger uttryck åt sin bildstod.

Nu blir det vår uppgift att söka bilda oss någon föreställning om, på hvad satt vattnet sålunda utgräfver jordens yta, och till en början vilja vi undersöka, huru mycket af arbetet våra gamla vänner regndropparna kunna åtaga sig, innan de ännu blifvit strömmande floder.

Fig. 24. Jordpelare nära Botzen i Tyrolen.

Hvar och en måste säkert hafva märkt, att när regnet faller på lös mark, gör det små runda hål, i hvilka det samlar sig, hvarefter det sjunker ned i marken och tvingar sig fram mellan sand- eller jordkornen. Men svårligen lär du vilja tro, att de vackra pelare, som äro afritade i fig. 24,

hafva bildats endast på det sättet genom regn, som piskar ned på marken och derigenom blöter upp den.

Der dessa pelare nu stå, befann sig en gång en fast massa af lera och stenar, i hvilken regndropparna sipprade ned och upplöste jordpartiklarna; och när sedermera solen torkade jorden, bildades sprickor, så att nästa regnskur upplöste den ännu mera och förde med sig något af marken ned i. dalen nedanför. Men här och der i leran funnos stora stenar begrafna, och der så var förhållandet, kunde regnet icke tränga igenom, utan stenarna blefvo liggande som toppar på höga lerpelare, hvilka bildades genom att regnet sköljde af deras sidor, och hvilka undgingo den förstöring, som drabbat återstoden af jordmassan. På det sättet har hela dalen blifvit utmejslad till vackra pelare, af hvilka somliga ännu hafva qvar sina stenhufvor, medan andra hafva förlorat dem, och dessa sista blifva snart bortsköljda. Här i Sverige hafva vi inga, sådana dalar med jordpelare; men under broar kan du ibland få se små pelare, der takdroppet har sköljt bort jorden mellan stenarna, och sådana exempel i liten skala, som du på egen hand kan iakttaga, äro fullkomligt lika lärorika som de mera storartade.

Ett annat sätt, hvarpå regnet förändrar jordytan, är när det från höjden af en berghäll silar ned åtskilliga fot djupt

genom lös mark, tills det råkar på fast klippgrund och der stannar utbredt öfver en vid yta. Här bildar det ett slags vattengrus, som är en mycket osäker grundval för jordmassan ofvanpå, och derfor lossnar också efter en tid hela massan och glider ned och bildar ett nytt stycke land vid berghällens fot. I England, i synnerhet på dess östra kust, förekomma jordras, förorsakade af hafvet, som på många ställen,undergräft och förstört hela byar och kyrkor. Sådan förödelse drabbar oss visserligen endast mera sällan i Sverige, men i mindre skala föranleder hafvet utgräfningar och jordras äfven på våra kuster. Kusten mellan Landskrona och Helsingborg samt kusten af Visingsö i Vettern äro utsatta för hafvets förstörelselust och framför allt är ön Hven i Öresund bekant för sådana jordskred. Der har det till och med händt, att byggningar måst flyttas längre in åt landet, derför att grunden, på hvilken de stått, blifvit osäker och hotat att sammanstörta.

Du kan lätt inse, hur regnet genom att bilda jordpelare och förorsaka jordras ändrar jordytans utseende, men detta är endast sällsynta verkningar af vattnet Det är när regnet samlar sig i bäckar och bildar floder, som det är verksammast såsom landets bildhuggare. Kasta en gång en blick ut på landsvägen eller i trädgården någonstädes der marken sluttar en smula, och gif akt på hvad som försiggår under en regnskur. Först rinna regndropparna tillsammans i hvarje liten fördjupning i marken, sedan börjar vattnet flyta längs efter hjulspåren eller hvilken annan liten kanal eller ränna som det kan hitta på, här och hvar lägger det sig stilla i pölar, men alltid banar det sig ändå småningom väg nedför sluttningen. Under tiden komma från andra håll små rännilar, och alla dessa samla sig i vissa större fåror, der marken är lägst, samt bilda en större ström, som slutligen tömmer ut sig i någon ränna eller på något sankt ställe eller finner aflopp genom någon kloak eller trumma.

Och just detta, som vi kunna iakttaga, när helst en tung regnskur utgjuter sig på vägen, är hvad som i stort sker öfver hela jorden. Uppe ibergstrakterna, der det alltid är godt om regn, samla sig små rännilar och löpa ned utefter bergsluttningarna för att mötas i någon ström nedanför. Allt efter som denna ström flyter framåt, matas den sedermera af många rännilar, som komma från alla håll, sipprande längs efter dikena eller i små bäckar och strömdrag utför markens sluttningar, till dess de nå den stora strömmen, som slutligen blir tillräckligt betydande för att få namn af flod. Ibland kommer denna flod till en stor urgröpning i landet, och der samlas vattnet och bildar en sjö; men vid deu lägre ändan af denna sjö kommer det åter ut och bildar en ny flod och växer och växer genom att upptaga nya strömmar, tills det slutligen når fram till hafvet.

Men hvad har allt detta att skaffa med bildhuggarkonsten eller dalarnas utgräfning? — Om du endast vill taga ett glas vatten ur någon flod och låta det stå några timmar, skall du snart sjelf kunna finna svar på den frågan. Ty du skall finna att äfven ur flod vatten, som ser alldeles klart ut, ett tunt lager af grus faller till glasets botten, och om du tager vattnet ur floden, när den är uppsväld och grumlig, skall du få en ganska tjock sådan bottensats. Detta visar att bäckarna, strömmarna och floderna skölja med sig de jordlager, som de under sitt lopp komma i beröring med, och föra dem från bergen ned i dalarna samt från dalarna ut i hafvet.

Men utom slam och grus, som vi kunna se, är det mycket annat, som fins upplöst i flodernas vatten (såsom vi nämnde i det föregående kapitlet), och detta kunna vi icke se.

Om du använder vatten, som kommer från en kalkhaltig jordmån, skall du finna att efter entid kitteln, i hvilken du brukar koka detta vatten, har en hård skorpa på sin botten och sina sidor, och denna skorpa består af kolsyrad kalk eller kalciumkarbonat, som vattnet tog med sig ur klipporna på sin väg mellan dem. Professor Bischoff har beräknat, att floden Rhen för med sig upplöst i sitt vatten förbi Bonn tillräckligt med kalciumkarbonat för att bilda 332,000 millioner ostronskal och att, om alla dessa skal bygdes upp i en tärning, hvar sida af denna skulle hafva en längd af 170 meter eller ungefär 573 fot.

Alldenstund alla dessa ämnen, vare sig de forslas ned som grums eller upplösta, komma från en del af landet och fortskaffas, till en annan eller också ut i hafvet, är det klart, att vissa tomrum och håligheter måste uppstå på de ställen, från hvilka de tagits. Låt oss se till, huru dessa håligheter bildas. Har du någonsin klättrat uppför, ett berg eller blott och bart uppför en af dessa små klyftor i sluttningen af en ås, der i allmänhet en liten bäck kilar fram? I så fall torde du hafva märkt hvilken mängd stenar, både större och mindre, som ligga hopvis här och der i bäcken jemte åtskilliga lösbrutna klippstycken, ofta spridda längs klyftans sidor; och huru stigen — allt efter som du

kommer högre upp — blir brantare och klipporna blifva skrofliga och skjuta ut i besynnerliga former.

Historien om denna klyfta kan berätta oss en hel mängd om vattnets bildhuggarkonst. Det fans en tid, då den ingenting annat var än en liten ränna i bergsluttningen, nedför hvilken regnet sökte sig väg i en nästan trådsmal ström. Men så småningom, allt efter som vattnet förde med sig ned något grus och jord, och fåran blef djupare ochbredare, började sidorna att rasa, då solen torkade upp det regn, som sugit sig in. När sedermera backsluttningens sidor voro uppblötta af höstregnen, kom vintern och med den frosten och gjorde vattnet till is samt utvidgade derigenom remnorna ännu mera, och då den uppsvälda strömmen ilade nedåt, fick den fatt i de lösa stenskärfvorna samt sköljde ned dem i sin bädd. Här rullades de öfver hvarandra och filades emot hvarandra, tills de blefvo sådana runda glatta små stenar, som barn ofta bruka samla till att leka med, allt medan det grus, som slipades af dem, fördes längre ned af strömmen. Så blef detta med tiden en liten dalgång, och allt efter som strömmen gräfde den djupare och djupare, värdt det plats att klättra längs dess sidor, och ormbunkar och mossor började bekläda den nakna stenen och små träd rotfäste sig längs strandkanterna, och hela denna vackra lilla oas sprang fram i backsluttningen endast och allenast genom vattnets bildhuggarkonst.

Skall du icke känna ett nytt intresse för alla de små dalar, klyftor och pass du träffar på i trakten, om du kan föreställa dig att de bildats på detta sätt år efter år? Det fins hos dem många olikheter, som du på egen hand kan taga reda på. Somliga äro jemna, breda dalar, och här hafva klipporna varit mindre hårda samt lätta att afslipa, och vatten, som sipprat ned utefter sidorna af den första dalen, har gräft ut andra kanaler, liksom för att utmejsla mindre dalar tvärs öfver den första. På andra håll är det trånga klyftor, och här hafva klipporna varit hårda, så att de icke nöttes bort efter hand, utan brötos lös och föllo i stora stycken, lemnande höga bergklintar på ömse sidor. På andra ställen skall du påträffa ett präktigtvattenfall, der vattnet tumlar ned öfver en brant bergkant och dervid förtärt sin egen fåra i riktning bakåt, just som när en såg går igenom ett vedträd.

Det är särskildt två omständigheter att beakta vid ett sådant vattenfall. För det första, hurusom vattnet och stänket slår emot foten på den klint, nedför hvilken det faller, och mal småstenarna emot klippan. På detta sätt blir foten af klinten undergräfd, och derför falla tid efter annan stora stycken ned, så att det förblir ett lodrätt fall, i stället för att klinten annars skulle afnötas vid toppen och det hela småningom öfverginge blott och bart till en ström. För det andra kan du ofta få se besynnerliga grytformiga hålor eller så kallade »jättegrytor» i klipporna vid sidan af ett vattenfall, och äfven dessa hafva sin betydelse vid dess bildande. I dessa hålor finner man vanligtvis två eller tre små stenar, och här har man ett vackert exempel på, huru vatten begagnar stenar till att slipa af jordytan. Dessa hålor äro helt och hållet åstadkomna genom det nedstörtande vattnet, som hvirflar i en krets inom ett litet hål i klippan och mal stenarna, som det fört med sig, mot bottnen och sidorna af detta hål, just som när någon mal med en mortelstöt i en mortel. Så småningom blir hålet djupare och djupare, och ehuru de första stenarna sannolikt malas sönder till stoft, så komma andra efter, och med tiden borras ett stort hål rätt nedåt, som bidrager att spränga sönder klippan och bringa den på fall.

På detta och andra sätt bearbetar vattnet sin egen fåra i förvånande hög grad. Niagarafallen i Amerika äro de anmärkningsvärdaste exemplen härpå. Först går floden Niagara sin väg fram genom ett slätt landskap och når så den storaEriesjön i en fördjupning i slätten. Derefter flyter den lugnt framåt ännu omkring två och en half mil, hvarpå sluttningen blir skarpare och den störtar fram till Niagarafallen. Dessa fall äro på långt när icke så höga som menniskor i allmänhet föreställa sig, endast 50 meter (168 fot), men de äro

Fig. 25. Fogelperspektiv af Eriesjön, Niagarafallen och Queenstown.

nära 3000 fot eller inemot en tolftedels mil breda, och en vattenmassa om icke mindre, an 670,000 tons1 ton = 1000 kilogram. i minuten störtar sig här ned och bildar utomordentliga moln af skum

När Sir Charles Lyell befann sig vid Niagara, kom han till den öfvertygelsen, att i medeltal och efter en ungefärlig beräkning dessa fall tära bort klippan inemot en fot årligen, något som du för öfrigt lätt kan inse att de måste göra, om du betänker, med hvilken kraft vattnet slår mot fallens botten. På detta sätt har en djup klyfta blifvit utskuren från Queenstown bakåt en sträcka af något mer än en mil till den plats, der fallen nu befinna sig. Detta kan någorlunda ge oss ett begrepp om, huru lång tid vatten behöfver för att skära ut sin fåra, ty om det icke

är mer än i medeltal en fot af klippan, som förtäres på ett år, så har det åtgått öfver trettiosex tusen år för att utgräfva denna kanal, som är något längre än en mil.

Men till och med denna, af Niagarafallen utskurna klyfta är en obetydlighet i jemförelse med Coloradoflodens så kallade cañon. Cañon är ett spanskt ord, som betyder klippsvalg, och dessa svalg äro också så väldiga, att hade vi icke på andra ställen sett exempel på, livad vatten förmår, skulle vi aldrig kunnat falla på den tanken, att det kunde hafva utskurit dessa jättelika klyftor. På en sträcka af mer än femtio mil har Coloradofloden, som kommer ned från Klippbergen, utskurit sin väg genom ett landskap, som består af granit och hårda lager af kalk- och sandsten, och den har skurit sig ned rätt igenom dessa klippor och på ömse sidor lemnat qvar höga tvärbranta väggar till en höjd, som vexlar mellan en tolftedels och en sjettedels mil. Klipporna i Stora Cañon, som den kallas, resa sig öfver en sjettedels mil ofvan floden, som flyter fram i svalget nedanför. Försök att tänka dig, att du sutte i en båt på flodenFig. 26. Stora Cañon, Coloradofloden.(som är afbildad i fig. 26) och finge med ögat mäta dessa jättelika klippmurar, som torna upp sig öfver ditt hufvud. Redan på halfva deras höjd skulle en menniska, om hon kunde komma dit, bli så liten, att du icke kunde se henne utan teleskop; och öppningen mellan de båda klippväggarna skulle förefalla så trång och på ett så omätligt afstånd, att himlen derofvan skulle se ut som endast en smal strimma af blått. Och ändå hafva dessa ofantliga klyftor icke tillkommit genom något klippornas våldsamma remnande eller genom något jordskalf, som skilt dem åt. Nej, de hafva småningom, tyst och oafbrutet genomskurits af floden, som nu glider fredligt fram i de bredare klyftorna eller forsar genom de trånga svalgen vid deras fot. »Ingen beskrifning», säger löjtnant Ives, en bland de första forskningsresande i denna trakt, »kan gifva en riktig föreställning om den vexlande och majestätiska storheten hos denna oförlikneliga flod. Vid hvarje krökning af floden blir panoramat helt och hållet förändradt. Ståtliga fasader, mäktiga tempelhvalf, trappformiga afsatser, rotundor, borgmurar och rader af härjade ruiner med alla slags torn, minareter, domer och spiror hafva utmejslats ur de kyklopiska klippmassor, som bilda denna storartade fjellväg.» Hvem kan nu komma och påstå, att icke vatten är den störste af alla bildhuggare, när det skär igenom hundratals mil af berg och skapar sådana praktverk af granit, icke endast oöfverträffade, men fullständigt oupphunna af menniskoverk ?

Men vi få icke stanna vid att uteslutande betrakta vatten som ett skärande verktyg, ty det uträttar också något annat och mer än att blotturhålka jorden på ett ställe; det flyttar den också och lägger den på andra ställen än förut; och detta arbete är mera likt hvad den, som modellerar i lera, brukar företaga, när han skrapar bort leran från ett ställe på sin figur för att sätta fast den på ett annat. Rinnande vatten bär icke alltid endast bort grus och sand; det aflagrar det också här och der på sin väg. När en bäck för med sig stenar och grus från bergen, beror det på styckenas storlek och tyngd, huru länge det dröjer, innan de sjunka till bottnen. Om du tager en näfve grus och kastar i ett glas vatten, skall du märka, att stenarna med ens falla till bottnen, gruset och den grofva sanden taga längre tid på sig. för att sjunka, och slutligen behöfver den fina sanden en timme eller två för att afsätta sig på bottnen, så att vattnet blir klart. Antag nu att detta grus sjönke i en flods vatten. Stenarna skulle då följa med strömmen, så länge floden vore hög och flöte raskt framåt, men de skulle dock sjunka ned före det grofva gruset. Det grofva gruset skulle i sin ordning börja sjunka, när floden flöte långsammare, och skulle nå bottnen, medan ännu den fina sanden hölle sig uppe och drefves framåt. Slutligen skulle också den fina sanden sjunka till bottnen mycket, mycket långsamt och afsätta sig endast i jemförelsevis lugnt vatten.

Deraf blir också följden den, att stenar vanligtvis bli liggande på flodbottnen vid foten af de bankar, från hvilka vattnet nedstörtar, medan gruset deremot föres framåt af strömmen, sedan denna lemnat bergstrakterna. Dock aflagras äfven detta grus, när floden kommer in på slätare mark och icke längre har ett så stridt lopp. Eller också kan det, tillika med det finare slammet, aflemnasi en sjö såsom i Genevesjön, i hvilken Rhone flyter in uppgrumlad af ler och grus, men vid hvars andra ända den utgår ren och klar. Men om ingen sjö ligger i vägen, kommer slammet att fortfarande färdas framåt, och floden upptager under sitt lopp allt mera och mera sådant, tills den slutligen afsätter äfven detta på slätterna, genom hvilka den styr makligt fram, eller aflagrar det vid sin mynning, när den når hafvet.

Hvar och en känner Nilens historia; hurusom, när regnskurarna i Abyssiniens bergstrakter falla strida och tunga

under månaderna Mars och April, floden kommer nedstörtande, medförande en last af slam, som den sedan utsprider öfver Nildalen i Egypten. Detta årligen återkommande slamlager är så tunt, att det fordras vid pass ett tusen år för att det skall kunna blifva 2 eller 3 fot tjockt; men utom hvad som aflagras i dalen, kommer en stor del till flodens mynning och bildar der nytt land; detta kallas Nilens »delta». Städerna Alexandria, Rosette och Damiette hafva alla uppförts på mark, som bildats af denna Nilmörja, som tidrymd efter tidrymd aflastats och som nu blifvit lika fast och hård som det öfriga landet. Du kommer nog ihåg andra, i böcker omnämnda deltabildningar, och allesammans äro de bildade af grus och slam, som förts ned från landet till hafvet. I Indien är Ganges' och Brahmaputras delta för närvarande lika stort som hela England med Wales151,000 qvadratkilometer, 9720 qvadratmil., och Mississippifloden i Amerika genomflyter en så stor landsträcka, att dess delta växer med 78 meter (263 fot) årligen. Allt detta nya land, som aflagras i Egypten, Indien, Amerika och på andra ställen, är

vattnets verk. Men sådana deltabildningar förekomma icke ofta vid flodmynningarna, emedan hafvet stiger och sjunker samt vattnet således i allmänhet åter sköljer bort den aflagrade jorden och derigenom hindrar ett delta att bilda sig. Men om du ser efter, när du är vid hafskusten, och noga ger akt på just den plats, der en flod har sitt utlopp, skall du dock kunna upptäcka deltaaflagringar i mindre skala, ehuru hafvet oftast efter några timmar sköljer bort dem, så vida icke platsen är väl kringhägnad.

Detta är nu hvad som inträffar med jorden, när den blir förflyttad genom flodernas försorg. Antingen på slätter eller i sjöar eller i öppna hafvet sjunker den ned för att bilda nytt land. Men den upplösta kalken och andra ämnen, hvart taga de vägen? Vi ha sett, att en betydlig mängd deraf begagnas af flod- och hafsdjuren för att bygga deras skal och skelett, och en del deraf lemnas qvar på jordytan, när vattnet afdunstar. Det är detta kalciumkarbonat, som bildar en hård skorpa Öfver allting, hvarpå det råkar afsätta sig, och då kallas dessa saker »petrificerade».

Men det är i jordens håligheter och grottor, som detta upplösta ämne uppbygges i de vackraste formerna. Det fins grottor som se ut, som om de vore byggda af vackra genomskinliga hvita glasspjut, som hänga ned från taket eller från väggarna eller skjuta upp ur golfvet. I sådana grottorSe teckningen vid kapitlets början. kommer vattnet droppvis från taket, och när det faller långsamt, droppe efter droppe, lemnar det efter sig litet kalciumkarbonat, som det har fört med sig ur klippan. Detta kalciumkarbonat

tager form af en tunn, hvit hinna uppe i taket samt bildar ofta en fullständig cirkel, och när sedan vattnet dag efter dag dryper ned från denna, växer och växer skorpan, tills den bildar ett långt nål- eller rörformigt spjut, som hänger ned som en ispigg. Dessa spjut kallas *stalaktiter,* och om man tager ett ljus med sig ned i grottan, äro de så vackra och glittra så praktfullt, att man med skäl kan kalla grottan ett fepalats. Under tiden afsätter äfven det vatten, som dryper ned på golfvet, kalciumkarbonat, der det faller, och detta bildar en pelare, som växer uppåt mot taket; ofta mötas de nedhängande stalaktiterna och de uppskjutande pelarna (kallade *stalagmiter)* och bilda en enda kolonn. Så se vi, att vattnet bildar lika väl under som ofvan jord vackra former i jordskorpan. Vid Adelsberg, nära Triest, fins en präktig stalaktitgrotta, bestående af ett stort antal rum, det ena efter det andra, med en flod, som flyter igenom den; och den ryktbara Mammothgrottan i Kentucky, mer än en och två tredjedels mil lång, är ett annat exempel på dessa underbara kalkstensgrottor.

Men vi hafva ännu icke talat om hafvet, och detta är dock allt annat än overksamt i fråga om förändringar af *landets* skapnad. Sjelfva vågorna skölja till och med i stormigt väder öfver bergklintarna och föra med sig stenar och klippstycken till den nedanför liggande stranden. Och de hjelpa dessutom till att bilda sprickor och hål i berghällarna, ty när de med kraft vräka emot dessa, sammanpressa de den luft, som fins i stenens fogar, och tvinga derigenom denna att spränga klipporna åtskils, och så bildas större remnor, och klinten är färdig att ramla ned.Dock ar det framfor allt stenarna, sanden och klippblocken, som ligga vid klintens fot, som äro ofortrutnast i att bortnöta den. Har du någonsin lagt märke till vågorna, när de vid stark storm bryta sig mot en strand? Huru de lyfta upp stenarna och kasta dem ned igen, allt under det de mala dem mot hvarandra. Vid högt vatten

Fig. 27. Klipphällar på kusten af Aibroath, hvilka visa huru stranden härjas af hafvet.

slungas dessa stenar under sådan storm mot berghallens fot, och hvarje kast gör sitt till att knacka bort en bit af klippan, till dess slutligen hela hällen efter många stormar är undergräfd och stora stenstycken falla ned. Dessa stycken blifva i sm tur sönderstötta till småsten, hvilka tjena som kastvapen mot det som står qvar af klippan Professor Geikie säger oss, att vågorna under en storm

slå mot Bell-Rocksfyren med lika stor kraft som om du slungade en vigt på 50 tons mot hvarje qvadratdecimeter, och Stevenson fann stenar af 2 tons vigt, som under storm hade kastats öfver fyrbåkens räcke. Tänk hvilken kraft det måste finnas i vågorna, när de kunna lyfta upp ett sådant block och kasta det. Det är en sådan kraft, som slår mot våra hafskuster och gnager bort landet.

Fig. 27 är en teckning från kusten af Arbroath, som jag för några år sedan ritade. Du kan ju mycket lätt föreställa dig, huru sjön afnött dessa klippor, ända tills några af de bastantaste blocken, som motstått vågorna, stå ensamma qvar i hafvet. Till venster på teckningen är en grotta, som slutar i en trång mörk gång, hvilken leder ut på andra sidan klipporna till en annan hafsbugt. Sådana grottor äro förnämligast bildade genom vågornas och luftens inverkan, i det att dessa lösgöra klippstycken underifrån, så att det uppstår en håla, och när så vågorna oupphörligt välta och rulla dessa stenstycken fram och tillbaka och nöta dem mot sidorna, blir hålan allt större och större. Äfven på svenska kusterna blir ofta vägen långa stycken spärrad och förstörd genom att klippblock rasa ned, sedan de blifvit undergräfda af sådana hålor.

Sålunda är, som du ser, hela hafvets sköna sceneri — kusterna, de branta klippspetsarna, de lugna vikarna, klyftorna och grottorna — alltsammans är ett verk af »bildhuggaren» vatten; och han arbetar bäst, der klipporna äro hårdast, ty der erbjuda de honom en god, hållfast mur att öfva sin konst på, då deremot på platser, der marken är mjuk, den snart utjemnas till ett slätt, sakta sluttande plan, hvarvid också vågorna kommahelt lätt och mjukt insqvalpande och icke ega någon förmåga att bortslita och äta sig igenom stranden.

Men hvad har då isen att göra med landets utmejslinga Först måste vi komma i håg, huru mycket frosten gör för att uppluckra jorden. Detta veta åkerbrukarne och plöja alltid efter frost, emedan vätan, som fryser nere i marken, har sprängt i sär jordklimparna och gjort undan halfva arbetet åt dem.

Men detta är ändå icke hufvudsaken af hvad isen gör. Du kommer troligen från näst föregående kapitel i håg huru vi der lärde oss, att snön, "när den faller på bergen, efter hand glider ned i dalarna och der sammanpressas genom den snö, som samlas bakom, till dess den blir en fast isflod (se fig. 28). I Grönland och Norge finnas väldiga isfloder eller glacierer och äfven i Schweiz äro vissa af dem mycket stora. I Sverige förekomma de på Sulitelma, Sarjek i Norrbottens län, på Pårtefjällen samt äfven i Herjedalen på Helagsfjället. Aletschglacieren i Alperna är två och en half mil lång, och sådana finnas, som äro ännu längre. De skrida framåt, ibland fortare, ända till 240 meter, ibland långsammare, endast 60 meter årligen. *Huru* de röra sig, kunna vi här icke uppehålla oss med att redogöra för; men om du tager en tunn isskifva och lägger den så, att den stöder endast på sina båda kanter, kan du sjelf öfvertyga dig, att isen böjer sig, ty inom några få timmar skall du finna att dess egen tyngd dragit ned den på midten, så att den blifvit bågformig. Härigenom torde du kunna göra dig en föreställning om, huru glacierer, under det de långsamt skrida framåt, kunna foga sigFig. 23. Stenförande glacier.efter dalens böjningar, till dess de komma ned till en punkt, der luften är varm nog att smälta dem, då isen flyter bort i en ström af vatten. Det är ganska besynnerligt att se mängden af de små rännilarna, som springa ned för de stora ismassorna vid glacierens mynning; de föra grus med sig ned, och då och då en stor sten, som faller sqvalpande i strömmen nedanför. Om du ser efter på teckningen (fig. 28), skall du se, att dessa stenar komma från de långa rader af sten, som sträcka sig längs glacierens sidor och midt. Det är lätt att förstå, hvarifrån stenarna på sidorna komma; ty vi ha sett, att väta och köld lösrycka stenar från klipporna, och det är naturligt, att dessa stenstycken då rulla utför bergens branta sidor ned på glacieren. Men stenraden i midten kräfver en förklaring. Se efter i teckningens bakgrund, så skall du der upptäcka, att stenraden bildas af två sidorader, hvilka komma från dalarna ofvanför. Två glacierer hafva således här, som du lätt finner, förenats till en och så bildat en stenrad längs efter sin sammanbindningslinie.

Dessa stenar fortskaffar glacieren oaflåtligt men långsamt från alla kringliggande berg ned till platsen, der den

afsmälter. Här låter den dem falla, och de upptornas småningom, till dess de bilda stora stenvallar, som kallas *moräner.* Somliga moräner, som äro lemningar efter forntidens glacierer, bilda i närheten af Turin höga åsar, som resa sig ända till 460 meters (1550 fots) höjd.

Om isen icke gjorde något annat än bure dessa stenblock, skulle den alltså redan härigenom bidraga att ändra jordens utseende; men den gör mycket annat derjemte. Under det den skriderframåt, remnar glacieren ofta på en lång sträcka af sin yta, och remnan blir allt vidare och vidare, till dess den slutligen blir en stor gapande klyfta eller *crevasse,* som den kallas, så att du kan se ned igenom den ända ned i glacierens botten. I dessa krevasser falla stora stenblock ned, och när klyftan äter läkes ihop, då nämligen isen pressar på, frysa dessa massor hårdt fast i glacierens botten och blir sittande ungefär såsom jernet under en hyfvel. Och just samma slags arbete utföra de äfven; ty i den mån glacieren glider nedför dalen, skrapa de och slipa klipporna under sig, visserligen sjelfva afnotta mot dem, men också bortskrapande den grund, öfver hvilken de gå fram. På det sättet blir glacieren ett skärverktyg och urhålkar dalarna allt djupare och djupare under sin färd genom dem.

Man kan alltid se hvar en glacier har varit, äfven om intet spår af isen är qvar; ty man ser klippor med långa repor, som dessa stenar hafva gjort; och äfven der klipporna icke blifvit bortmalda, skall du finna dem afrundade lika som dem, hvilka befinna sig till venster på teckningen, hvilket visar att glacierhyfveln har öfverfarit dem. Dessa rundade klippor kallas »roches moutonnées» (»fårklippor»), emedan de på afstånd se ut som liggande får.

Du behöfver endast se på strömmen, som qväller fram ur glacierens mynning, för att finna, hvilken mängd grus den har bortnött från dalens botten; ty vattnet är tjockt och af det medförda slammet fårgadt med en djup-gul färg. Detta slam når snart fram till de floder, der strömmarna falla ut; och sådana floder som Rhone och Rhen äro tjocka af ämnen, som tillförts dem uppifrånAlperna. Rhone aflemnar detta slam i Genevesjön och kommer ut vid sjöns andra ända klar och ren. En landsträcka på en fjerdingsväg har sedan romarnes tid bildats vid sjöns öfre ända af det slam, som nedflutit från bergen.

Sålunda se vi att is, så väl som vatten, alltid är sysselsatt med att afmejsla jordytan och transportera byggnadsämnen till bildande af nytt land på andra ställen. Vi veta att för långliga tider tillbaka glaciererna voro vida större än de nu äro; ty vi finna spår af dem utbredda öfver stora sträckor af Schweiz, der nu för tiden inga glacierer förekomma, och väldiga stenblock, som endast af is kunna hafva blifvit flyttade och som kallas »flyttblock», somliga så stora som små hus, finnas kringspridda öfver hela norra delen af Europa. Vi träffa sådana erratiska block eller flyttblock, bestående af svenska, norska eller finska stenarter, spridda öfver nordtyska låglandet. Dessa stenblock förorsakade de lärda stort hufvudbry, till dess, år 1840, professor Agassiz ådagalade att de måste af isen hafva förts den långa vägen dit, der de nu befinna sig, från Sverige, Finland och Ryssland.

Under dessa urgamla tider var hela vårt land täckt af ett omätligt glaciertäcke, sådant som än i dag finnes på Grönland. Det var då lika kallt här som det nu är i polartrakterna. När sedan isen smälte, sänkte sig låglandet under hafvets yta, och ett verkligt ishaf med simmande isberg täckte hela Finland och södra Sverige. Då afsatte sig äfvenledes vid stränderna aflagringar af snäckskal, som man ännu kan finna långt in i landet som minnen efter denna tid. I Venern och Vettern påträffas ännu i dag musslor, som annars endast

förekomma uppe i ishafven, hvilket också är ett tecken, att klimatet i vårt land då för tiden var bistert kallt och naturens förhållanden annorlunda än nu. Vi kunna icke här närmare ingå på historien om den stora glacialperioden eller istiden, men när du på egen hand får läsa om rullstensåsarna, som äro så utmärkande för Sverige och Finland och som afsattes under denna tid, och om krossstensleran, som just härstammar från sådana moräner, som dem vi nyss talade om, och som finnas i Skåne, om den märkvärdiga glacialleran, som utgöres af aflagringar på bottnen af istidens haf, skall allt detta berätta dig en underbar historia från länge sedan flydda tider.

Och nu hafva vi flyktigt vidrört de förnämsta sätt, på hvilka vatten och is utgräfva jordytan. Vi hafva sett, att regnet, floderna, källorna, hafsvågorna, frosten och glaciererna alla utföra sin del af arbetet med att utmejsla

klyftor och dalar och frambringa kantiga klippspetsar eller vågformiga slätter — än genom att genombryta klipporna liksom för att bilda hisnande branter, än genom att nedflytta nytt land för att dermed öka det flacka slättlandet — på ett ställe genom att smula stenarna till stoft, på ett annat genom att hopa dem tillsammans till jättelika åsar. Vi kunna icke gå ett steg ute i naturen utan att rundt omkring oss se vattnets arbete; hvarje liten dalkjusa och hålväg berättar oss, att bildhuggararbetet fortgår; hvarje ström med dess last af synligt och osynligt byggnadsämne påminner oss, att något af den fasta marken tages bort och föres till en ny jordfläck. Under vårt korta lif se vi ju visserligen blott små förändringar, men af dessa kunna vi lära, huru de större gått till och huru vi för alla de stora hufvudkonturernai naturens vackra tafla, med dess höjder och dalar, dess berg och slätter, dess kullar och grottor, dess lugna undangömda dalkjusor och dess stora hemska bråddjup, stå i tacksamhetsskuld till de två stora bildhuggarne, vatten och is.

*

SJETTE KAPITLET.

Naturens röster och huru vi höra dem.

I och med det föregående kapitlet hafva vi undangjort ena hälften af vår kurs och börja nu med något nytt. Alla de märkvärdiga ting, hvarmed vi sysselsatt oss i

de föregående fem kapitlen, hafva föga eller intet haft att göra med lefvande varelser. Solstrålarna skulle visserligen träffa jorden, luften skulle utan rast eller ro röra sig fram och åter öfver dess yta, vattendropparna skulle stiga upp i luften och falla ned igen, och dalarna och bergsklyftorna utskäras, äfven om det icke funnes något sådant som lif i verlden. Men utan lefvande varelser funnes intet af den skönhet, som dessa oupphörliga förändringar medföra. Utan växter skulle solstrålarna, luften och vattnet icke kunna kläda de nakna klipporna, och utan djur och menniskor kunde de icke åstadkomma ljus eller ljud eller något slags känslor.

I de nästa fem kapitlen skola vi lära något om det sätt, hvarpå lefvande varelser begagna sig af naturen, och i detta kapitel börja vi med att taga kännedom om ett af de sätt, hvarpå vi påverkas af naturens förändringar och höra hennes röst: :

Vi äro så vana att lita på vår syn såsom ledare vid de flesta af våra handlingar och att tänka oss föremålen, sådana de te sig för våra ögon, att vi ofta glömma bort, i huru hög grad vi äro beroende af vår hörsel. Och dock talar naturen till oss så mycket genom sina mjuka och smekande eller sina förskräckande röster, att för en döf lifvet säkerligen blir tommare och svårare att uthärda än för en blind.

Har du någon gång roat dig med att gifva akt på, huru många olika ljud du kan urskilja, då du sitter och lyssnar vid ett öppet fönster, som vetter åt en lifligt trafikerad gata? Säkerligen kan du lätt urskilja både skakningen af en tung arbetsvagn, skramlet af en omnibus och ett elegant privatåkdons jemna framrullande samt det lättabullret af en slagtares kärra; och till och med under det att du som bäst lyssnar härpå, nå ljuden af formannens pisksmäll, månglarnes rop i deras stånd och de förbigåendes röster ditt öra. Om du spänner uppmärksamheten ännu mera, kan du också höra, huru dörrar öppnas och smällas igen, huru personer gå fram och tillbaka på trottoaren samt ljudet af gatsoparens skyffel, som skrapar mot gatan; ja, kanske du tillika kan höra det klingande ljudet af slantarnas fall mot gatstenarna, då ett par lärgossar spela »krona eller klafve». Säkerligen förefaller det dig i hög grad underligt, att du kan så tydligt höra alla dessa ljud och att du kan urskilja hvart och ett särskildt, under det att alla de öfriga brusa rundt omkring dig.

Men låtom oss antaga, att du kommer ut på den stillsamma landsbygden! *Der* är det väl alldeles tyst? Gör ett försök och tag sjelf reda på -förhållandet! Lägg dig i gröngräset i någon undangömd, fredlig vrå, och lyssna uppmärksamt! Om också blott den svagaste vind är i rörelse, så hör du dess sakta susning i trädens grenar, eller om detta icke blir händelsen, vore det underligt, om du icke hörde en myggas sjungande eller surret af ett bi, som

flyger från blomma till blomma. Vidare låter kanske en gräshoppa höra sitt knarrande läte några alnar från dig, och om alla lefvande varelser äro tysta, hör du åtminstone det musikaliska ljudet af en porlande bäck. Dessa och hundrade andra ljud kan du få höra på den mest undangömda fläck ute på landet; boskapens ramande, foglarnas sång, åkerskärrans knarrande, grodans qväkande blanda sig med ljudet af vedhuggarens yxa på afstånd eller bruset af en fors. Och förutom dessa fredliga ljud talar naturen ocksåmera tillfälligtvis till oss med andra stämmor. Stormarnas tjut, vågornas brus under stormen, åskans dunder och det mäktiga dånet af ett snöras, — sådana ljud förtälja oss, hur stor och förskräcklig naturen kan vara.

Säg, har det någonsin fallit dig in att tänka efter, hvad ljud egentligen är, och huru det kommer till, att vi höra allt detta? Det må synas märkvärdigt, men om det icke funnes någon varelse på jorden, som kunde höra, så skulle det icke finnas något sådant som ljud, om också alla dessa rörelser i naturen försigginge precis på samma sätt, som de nu göra.

Detta hör till de saker, som de flesta menniskor till en början icke vilja tro. Det är derför af vigt, att du redan från begynnelsen söker fatta det ordentligt. Antag, att du vore sten döf. I så fall funnes intet ljud till för dig. Om en tung hammare faller på städet, skakas luften derigenom, men då luftens rörelse når fram till din trumhinna och der finner ett obrukbart instrument, kan den icke spela derpå. *Och ljud utgöres just af detta spelande på din trumhinna och dina nervers fortplantande af detta spel till din hjerna.* Om derför alla varelser på jorden saknade öron eller hörselnerver, funnes inga instrument att spela på, och följaktligen funnes ingenting sådant som ljud. Detta bevisar, att det behöfves två saker, för att vi skola höra. Först den yttre rörelsen, som spelar på vårt hörselinstrument, och för det andra, hörselinstrumentet sjelft.

Låtom oss då först försöka förstå, hvad som försiggår utom våra öron! Tag en eldgaffel och knyt den fast vid midten af ett snöre; håll sedan de båda ändarna af detta snöre tätt intill öronen, och låteldgaffeln stöta mot kakelugnsluckorna. Du kommer då att höra ett ganska starkt ljud, ty stöten kommer att sätta alla eldgaffelns delar i dallring, och denna rörelse fortplantas genom snöret till dina trumhinnor och spelar på dem.

Tag nu bort snöret från öronen, och håll i stället fast det med tänderna! Sätt fingrarna tätt i öronen och låt eldgaffeln än en gång stöta mot kakelugnen! Du får då höra ljudet lika klart och tydligt som i förra fallet, men nu hafva icke trumhinnorna blifvit påverkade. På hvad sätt har ljudet då fortplantats? Den dallrande rörelsen har ledts genom tänderna till hufvudets ben, från dem

Fig. 29.

till hörselnerverna, och på så sätt har föreställningen om ett ljud uppstått i din hjerna. Häng så till sist upp eldgaffeln i spjellsnöret och låt den åter slå mot kakelugnen! Hur mycket svagare blir icke ljudet nu, och hur mycket förr dör det icke bort! Du hör det dock äfven nu, ty rörelsen har fortplantats genom luften till örats trumhinnor.

Här äro vi nu åter i de osynliga arbetarnas land! Alla hafva vi, ända från det vi voro barn, lyssnat efter och hört ljud, men hafva vi någonsin sökt göra oss en föreställning om, *huru* ljud komma

till våra öron tvärs genom ett rum eller tvärs öfver ett fält, då vi stå vid dess ena ände, och en annan person vid den andra ropar på oss?

Då vi undersökte »lufthafvet», fingo vi veta, att lufteu, som fyller rummet emellan oss, ehuru osynlig, är ett verkligt ämne, och hvad vi nu hafva att göra är endast att tillfredsställande förklara, hur rörelsen går tvärs genom denna luft.

Klarast kunna vi fatta detta genom ett experiment, som dr Tyndall plägade utföra vid sina föreläsningar öfver ljudet. Vid stående figur 29 utvisar den apparat, som dertill användes. Den utgöres af en trälåda, vid hvars ena ända en klocka finnes upphängd. I lådan ligga, som figuren utvisar, flere träkulor i rad. Om man tager och rullar en med kraft mot de öfriga, så att den träffar den, som ligger längst till höger, så kommer den kula, som ligger ytterst på andra sidan, att stötas bort och träffar klockan, så att man hör den ringa. De öfriga kulorna ligga qvar

der de lågo. Hvarpå beror detta? Det beror derpå, att hvar och en af kulorna hade, när den fick stöten framåt, en annan kula framför sig, som hindrade den och stötte den tillbaka, utom den sista, hvilken var oförhindrad att gifva sig åstad. Då man rullar den första kulan kommer den att stöta emot den andra och denna åter stöter till den tredje Härigenom hejdas den andra, men den tredje stöter till den fjerde, den fjerde stöter till den femte och så vidare hela raden igenom. Hvarje kula kommer således att förblifva på sin plats, men den skickar stöten vidare till den sista kulan, och denna slungas mot klockan. Om jag lägger kulraden tätt intill klockan och upprepar experimentet, får du ändock höra klockan ljuda, ty den sista kulan gifver klockanen stöt, alldeles som om klockan vore en kula franv för den.

Tänk dig nu, att dessa kulor vore luftens atomer och att klockan vore ditt öra! Om jag slår ihop händerna och derigenom stöter till luften framför dem, kommer hvarje luftatom att stöta till den närmast liggande alldeles så, som kulorna gjorde, och ehuru denna strax återtager sitt läge, skickar den stöten vidare hela raden utefter ända fram till den som vidrör trumhinnan i ditt öra, och härigenom mottager du i sista hand stöten. Men i luften försiggår något märkvärdigt, som vi icke kunna iakttaga vid experimentet med kulorna. Du bör komma ihåg, att luften är elastisk, hvarför dess

Fig. 30.

atomer komma att förhålla sig alldeles som om de vore sammanbundna med elastiska trådar, såsom visas på teckningen (Fig. 30). När derför en stöt sätter atomerna i rörelse framåt, komma åtskilliga af dem att trängas tillhopa, innan de knuffa till dem, som ligga framför dem. Men så snart de hafva skickat stöten vidare till de närmast framför liggande, återstudsa de och börja åtskiljas, och derefter svänga de fram och tillbaka, tills de fullständigt komma i hvila. Under tiden får nästa atomgrupp genomgå samma slags rörelser, och dess atomer komma att åtskiljas, så snart de fortplantat stöten till en tredje grupp. På detta sätt uppkommer utmed hela linien omvexlande en gruppsammanträngda atomer och en grupp åtskilda, och samma grupp kommer aldrig att för någon längre tid befinna sig hopträngd.

Du kan få ett utmärkt exempel på detta slags rörelse, om du betraktar ett godståg på en jernvägsstation, när lokomotivet spännes för och vagnarna stöta mot hvarandra, tills de stanna. När lokomotivet stöter till vagnraden, kan du nog lägga märke till, att först de tre eller fyra främsta vagnarna pressas tillhopa, hvarpå dessa i sin ordning meddela stöten till de tre eller fyra nästa, under det att de sjelfva åtskiljas så långt, som deras kedjor tillåta. De nästa fyra göra på samma sätt, och sålunda kommer ett slags våg af sammanhängande grupper af vagnar att gå genom hela tåget från den ena ändan till den andra, och de knuffa hvarandra fram och tillbaka, tills hela tåget står stilla. Nu kan du tänka dig, att en sådan rörelse som denna går genom hela raden luftatomer (fig. 30) och att trumhinnan i ditt öra befinner sig vid B. De atomer, som sammanpressas vid B, slå då mot trumhinnan och tvinga den att böja sig inåt; i nästa ögonblick förändra atomerna sitt läge; de återstudsa och sprida sig och hinna återtaga sitt förra läge, men endast för att i nästa ögonblick mottaga en ny stöt, då atomerna drifvas framåt igen, och på detta sätt kommer trumhinnan att försättas i en fram- och återgående rörelse, ända tills luften kommit i hvila.

Denna luftatomernas rörelse är, som du ser, en helt annan än den, som eteratomerna hafva, då de åstadkomma ljuset. Dessa bilda vågberg och vågdalar alldeles som vågorna på en sjö. Ja, den rörelse i luften, som åstadkommer våra ljudförnimmelser, är icke hvad vi vanligen kalla vågor, utanden utgöres af en rad af på hvarandra följande sammanstötningar ocli bortstötningar, hvilka följa tätt på hvarandra genom luften. De sammanpressade atomerna kalla vi en *förtätning,* de åtskilda en *förtunning,* och då vi tala om längden på en ljudvåg, mena vi afståndet mellan tvenne förtätningar *a a* (fig. 31) eller mellan tvenne förtunningar *b b.*

Ehuru hvarje luftatom rör sig ett helt obetydligt vägstycke fram och tillbaka, kan dock ljudvågen blifva ganska lång, då många atomer i rad måste sammanpressas, innan de börja åtskiljas. Då en man talar i vanlig baston, blifva de ljudvågor, som han åstadkommer, åtta till tolf fot långa; en qvinnas stämma har luftvågor af 2 till 4 fots längd,

Fig. 31.

och tonen blir derför högre, enligt hvad vi i det följande, skola omtala.

Jag hoppas, att du nu gerna vill veta, hur det är möjligt att en person, som står bakom mig eller på sidan om mig, kan höra det ljud, som uppkommer, då jag slår ihop händerna, lika bra eller nästan lika bra som den, hvilken står rakt framför mig. Detta beror derpå, att jag meddelar en stöt åt all den luft, som finnes rundt omkring mina händer, hvarför vågor komma att utgå åt alla riktningar, bildande klot af sammanträngda och sig åtskiljande partiklar, hvilka utbreda sig allt mer och mer från utgångspunkten för rörelsen eller der jagslog ihop händerna, alldeles som ringarna på vattnet i en dam. På detta sätt röra sig vågor bakom mig, ofvanför mig och på alla sidor, tills de träffa taket, väggarna eller golfvet, så att hvar du än är i rummet, träffa de ditt öra.

Om du har gjort klart för dig, huru dessa vågor spridas ut i alla riktningar, kan du lätt fatta, hvarför ljudet blir svagare, ju längre bort det kommer. Närmast intill mina händer finnes det endast en mindre luftmängd, och när jag slår ihop dem, blir den stöt, som denna luft erhåller, ganska våldsam, men då ljudvågorna spridas åt alla sidor, hafva de mer och mer luft att sätta i rörelse, och derför blifva också luftatomerna mindre starkt skakade och träffa med mindre kraft ditt öra.

Om vi kunna hindra ljudvågorna att sprida sig åt sidorna, försvagas icke ljudet genom afståndet. Den franske vetenskapsmannen Biot har ådagalagt, att i ett rör kan en låg hviskning tydligt höras på ett afstånd af en åttondels mil, hvilket beror derpå, att vågorna icke kunna spridas utanför den smala luftpelaren inuti röret. Men för så vidt som du icke talar i ett på ett eller annat sätt tillslutet rum, kan du icke hindra vågorna att gå ut i alla riktningar.

Försök nu att tänka dig, att, då du samtalar med någon, du ser dessa vågor spridas rundt om den talande, och hur de, efter att hafva träffat ditt öra, vidgas till allt större och större klotformiga ringar, tills de råka väggen! Hvad inträffar, när de komma dit? Om väggen utgjordes af en tunn brädvägg, skulle vågorna sätta denna i rörelse, och denna åter luften på andra sidan om sig, och härigenom skulle ljudet af din röst nå fram till en person, som befinner sig i nästa rum.Men detta är icke det enda, som härvid inträffar. Några af de ljudvågor, som stöta mot väggen, komma att återstudsa på samma sätt, som en boll återstudsar då man kastar den mot ett hårdt föremål, och till följd häraf kommer en annan grupp af ljudvågor, nämligen de tillbakakastade, att genomfara rummet. Om dessa vågor nå fram till ditt öra så hastigt, att de blanda sig med de direkta vågorna, bidraga de till att höja ljudets styrka. Om jag t. ex. utstöter ljudet: »ha», hör du det tydligare i rummet än i öppna luften, ty »ha» från min mun och ett annat »ha» från väggen komma fram till ditt öra så nära samtidigt, att de utgöra ett enda ljud. Detta är orsaken, hvarför du ofta nog hör bättre långt bort i en kyrka, då du kommer i närheten af väggen, än om du står på halfva afståndet mellan talaren och väggen, emedan nära väggen de återkastade vågorna kraftigt träffa ditt öra och förstärka ljudet.

Antag nu, att det vore så]ångt till väggen bakom dig, att de återkastade ljudvågorna träffa ditt öra, först sedan de ljudvågor, som gingo direkt från min mun till ditt öra, hade upphört att ljuda! I så fall skulle du höra ljudet två gånger; ett »ha» från mig och ett »ha» från väggen; denna företeelse kalla vi eko. För att du skall få höra eko, måste du stå på ett afstånd af åtminstone 17 meter eller 57 fot från den punkt, från hvilken ljudet återkastas, ty endast i så fall återkommer det andra ljudet en tiondedels sekund efter det första, och detta är tillräckligt, för att du skall höra ljuden åtskilda.Ljudet går med en hastighet af 341 meter eller 1150 fot i sekunden i luft af vanlig temperatur och sålunda 34 meter eller 115 fot på en tiondedels sekund. Ljudvågen behöfver derför för färden från dig till väggen (17 meter eller 57 fot) och tillbaka igen en tiondedels sekund, och de båda ljuden blifva till följd häraf åtskilda. En engelsk författarinna berättar,

att hennes hund blef förfärligt skrämd af ett eko. I den tanken, att det var en annan hund, som skälde, sprang han framåt för att få tag i den senare och blef mycket förvånad öfver att, då han kom närmare, ekot upphörde. Jag har sjelf varit med ombett dylikt fall. Då min hund icke kunde Finna någon fiende, sprang han skällande tillbaka, tills han kommit på ett visst afstånd, då naturligen ekot åter hördes. Han blef slutligen så rasande, att vi hade all möda att hindra honom att anfalla en främmande, som händelsevis gick förbi.

I bergstrakter, der den ena bergväggen höjer sig bakom den andra, händer det stundom att, då ljudet återstudsar från de olika klipporna, den ena klippväggen kastar tillbaka sitt eko ett ögonblick senare än den framför stående. Ett »ha» kommer då att mångdubblas af ekot, så att det låter som en hel skrattsalva. Det gifves sådana ekon, som upprepa ljudet ända till tjugu gånger. Det finnes äfven ett annat slags eko, t. ex. i Alperna, der den talande står mellan två klippor, mellan hvilka ljudet oupphörligen kastas fram och tillbaka, men blir allt svagare och svagare, tills det slutligen dör bort; sådana ekon äro utomordentligt vackra.

Om du nu kan föreställa dig, hur en grupp vågor går till väggen och en annan grupp återvänder derifrån och möter de förra vågorna, tror jag, att du skall vara tillräckligt förberedd för att kunna förstå den svårförklarliga företeelsen, att vi på en gång kunna höra så många olika ljud och urskilja hvart och ett särskildt.

Har du någonsin betraktat hafvets yta, då

\

den varit upprörd, och dervid lagt märke till, att utom de stora vågorna, som den jemna blåsten åstadkommer, det gifves otaliga krusningar, som uppkomma af tillfälliga vindstötar eller af årorna på en båt, som doppas i vattnet, eller af regn? I så fall har du säkert iakttagit, att dessa vågor och krusningar korsa hvarandra, och du kan med ögat följa en krusning och se, hur den går sin väg fram oberörd af de öfriga. Eller du kan i en damm åstadkomma hvarandra korsande vågor genom att kasta två stenar på temligen kort afstånd från hvarandra och dervid följa hvarje särskild våg till brädden af dammen.

Alldeles på detta sätt korsa ljudvågorna hvarandra i luften. När nu, som du mins, ljudvågor af olika längd utgöra olika ljud, på samma sätt som stormen framkallar stora vågor och regndropparna små på hafsytan, så måste hvarje särskildt ljud, som ditt öra uppfångar, motsvaras af sin särskilda våg, och du kan lyssna till de olika vågorna och skilja det ena ljudet från det andra, på samma sätt som du kan urskilja de särskilda krusningarna på vattnet.

Allt detta försiggår utom örat, men hvad försiggår inuti detsamma? Huru kunna dessa luftvågor tala till din hjerna? Med tillbjelp af motstående teckning, fig. 32, skola vi försöka att få en föreställning om de vigtigaste delarna af vårt underbara hörselinstrument, örat.

Först bör du lägga märke till, huru underbart ytterörat eller öronmusslan, som den ock kallas, är inrättad. Genom sin bugtade form och till följd af de fåror, som du allestädes der finner, uppfångas hvarje rörelse i luften och ledes in i hörselgången. För fingret rundt omkring örat och känn,huru den broskartade delens ihålighet ar vand framåt! Denna ytterörats ihålighet ar till formen ganska lik den, som en döf menniska åstadkommer med sin hand for att uppfånga ljudet Många djur måste »spetsa» öronen, d. v. s. höja dem, för att

Fig. 32. *a,* Ytterörat; *bc,* Hörselgången; *c,* Trumhinan spänd tvärs öfver hörselgången; E, Eustachiska röret; *d, e, f,* Örats rörliga ben; *d,* Hammaren; *e,* Städet; f, Stigbygeln; *L,* Labyrinten; *g,* Snäckan; *h,* Ett af de små fönstren; det andra skymmes af stigbygeln.

uppfånga ljud väl, men våra oion aro alltid redo Så snart ljudvågorna hafva kommit in i öronöppnpngen, sätta de all luft inuti det rör, *(bc),* som kallas hörselkanalen, i rörelse Denna kanal är invändigt beklädd med fina hår för att hindra insekter och dam att komma in, vaxet, som bildas

emellan dem, tjenar samma ändamål. Men om för mycket vax samlar sig, hindrar det luften att sätta trumhinnan i rörelse och kan derigenom orsaka döfhet. Öfver denna kanals inre ända vid *c* är utspänd den s. k. trumhinnan, alldeles som kalfskinnet på en trumma, och det är denna hinna, som rör sig fram och åter, när luften stöter emot den. Ett hårdt slag på örat kan stundom spränga denna fina hinna, hvarför det är mycket farligt att gifva hårda örfilar.

På andra sidan om denna hinna, *inuti* örat, finnes det luft, som fyller hela den s. k. trumhålan och röret E, hvilket går ned i svalget och utmynnar i näshålornas bakre del. Efter sin upptäckare kallas, det det Eustachiska röret. Detta rör täckes vid ena ändan af en klaff, som kan öppnas och tillslutas. Om du andas ut kraftigt och derefter

sluter till munnen och sväljer, så hör du ett svagt knäppande ljud i örat. Detta beror derpå, att, då du sväljer, luften i det Eustachiska röret förtunnas, hvarvid trumhinnan tryckes inåt af det yttre lufttrycket. När trumhinnan så återtager sitt vanliga läge, höres den svaga knäppningen. Men utom i detta fall äro detta rör och öronhålan städse fylda af luft.

När nu trumhinnan drifves fram och tillbaka af ljudvågorna, kommer den naturligen att sätta luften inuti trumhålan i rörelse, liksom den också meddelar luftens stötar åt tre de mest underliga små ben. Det första af dessa ben, *d,* är fäst i trumhinnans midtpunkt, så att det röres fram och tillbaka, så fort trumhinnan dallrar. Den andra ändan af detta ben passar in i en ihålighet i benet *e,* städet, och är fäst dervid genom muskler. Städet *e* är i sin tur stadigt fäst vid ett litet ben *f,* som har form af en stigbygel, såsom också kan ses på teckningen.

Stigbygeln hvilar på ett underligt föremål L, hvilket på teckningen liknar en snäcka, ur hvilken rör sticka ut. Detta föremål, hvilket kallas *labyrinten,* är af ben och har två små öppningar, s. k. fönster, af hvilka det ena, *h,* endast är täckt af en hinna, under det att stigbygeln *f* är fäst på det andra.

Du bör nu lätteligen kunna förstå, att när luften i kanalen *bc* sätter trumhinnan *c* i rörelse fram och tillbaka, måste den meddela denna rörelse till hammaren, städet och stigbygeln. För hvarje gång trumhinnan drifves inåt, kommer hammaren att stöta mot städet och detta åter mot stigbygeln, så att den trycker mot det lilla fönstret; för hvar gång trumhinnan föres i motsatt riktning, drager den med sig hammaren, städet och stigbygeln, så att de äro färdiga att mottaga en ny stöt. Sålunda kommer stigbygeln städse att spela på detta lilla fönster. Inuti labyrinten L finnes det en klar, vattenlik vätska, och de små gångarna äro försedda med små hår, som röra sig fram och åter liksom vass i ett vattendrag; så snart stigbygeln stöter mot det lilla fönstret, kommer vätskan att sätta dessa hår i rörelse, och dessa inverka på nerven *i,* hvilken slutligen förer intrycket fram till hjernan. I vissa delar af vätskan finnes också ett slags små märkvärdiga stenar, kallade otoliter (öronstenar), hvilka sannolikt bidraga till att upptaga rörelsen och derigenom fortplanta ljudet.

Du skall icke föreställa dig, att vi här hafva fullständigt förklarat de många besynnerliga företeelser, som försiggå i örat; jag kan endast hoppas att med detta hafva gifvit dig en ungefärligföreställning derom, så att du kan tänka dig, huru ljudvågorna (såsom visas af fig. 31) röra sig fram och åter i hörselkanalen, vidare hur trumhinnan vibrerar, hammaren stöter mot städet, stigbygeln mot det lilla fönstret, hur vätskan sätter de fina håren i rörelse och rullar de små stenarna, huru nervens ända påverkas och hjernan derigenom på ett för oss obekant sätt mottager hörselintryck.

Är det icke märkvärdigt allt detta, som försiggår hvar enda gång du hör ett ljud? Och dock är detta icke allt, ty inuti den snäckformiga delen af labyrinten, hvilken också kallas *snäckan,* gifves det en högst märkvärdig apparat, bestående af mer än tre tusen fina, spända fibrer eller trådar, och dessa verka på samma sätt som strängarna på en harpa och sätta dig i stånd att höra olika toner. Om du lutar dig öfver ett uppslaget piano eller håller munnen nära intill en harpa och sjunger en bestämd ton riktigt kraftigt, så skall du efteråt höra denna ton ljuda i instrumentet, emedan just den sträng, som svarar mot den ton, du sjöng, kommer att sättas i dallring. Detta beror derpå, att endast denna sträng kan dallra i takt med det slags ljudvågor, som du frambragte. På alldeles samma sätt vibrera de tre tusen fibrerna i örats lilla instrument, som kallas Corti's organ, i öfverensstämmelse med luftvågorna; en fiber vibrerar för ett slags vågor, en annan för vågor af ett annat slag, och det ljud du hör, beror på hvilken fiber, som sättes i dallring. Här se vi således, hur det tillgår, när naturen talar till oss. Alla de rörelser, som försiggå utom vårt öra, kunna icke, huru starka eller olikartade de än må vara, af sig sjelfva frambringa ljud. Men här i det lilla rummet bakom örats trumhinna blifva ljudvågornasorterade och afsända till vår hjerna, hvarest de tala till oss som ljud.

Men hvarför låta då icke alla ljud som musik? Hvarför äro somliga ljud endast buller, under det att andra äro klara musikaliska toner? Detta beror helt och hållet derpå, att ljudvågorna i senare fallet komma snabbt och regelbundet efter hvarandra, under det att de i det förra framkomma till örat i en oregelbunden följd af stötar. Om t. ex. ett lass stenar hvälfves ut på gatan, så hör du endast ett långvarigt, ihållande buller, emedan stenarna falla

oregelbundet, somliga hastigare, andra långsammare, än flere på en gång, än en och en för sig; hvar och en af dessa stötar fortplantas till ditt öra och åstadkommer ett oredigt, bullrande ljud. Men om du drager en träribba med fart utefter ett spjelstaket, så får du höra ett ljud, som icke är mycket olika en ton. Detta beror derpå, att spjelorna i staketet äro fästa på lika afstånd från hvarandra, och att de täta stötarna till följd häraf träffa ditt öra med lika stora mellanrum. Hvarje hastig och *regelbunden* följd af ljud bildar en ton, ehuru den stundom är allt annat än behaglig. Gnisslandet af en griffel mot en griffeltafla eller ljudet af en lokomotivpipa äro ytterst obehagliga ljud, men utgöra icke dess mindre verkliga toner, som man skulle kunna återgifva på en fiol.

I omstående teckning (fig. 33) har du en apparat, medelst hvilken du kan öfvertyga dig om, att hastiga och regelbundna stötar frambringa en vanlig musikalisk ton. Den består af ett hjul, som är försedt med små skåror eller refflor liksom på kanten af en silfverslant, hviika vid hjulets kringsvängande slå mot kanten af ett kort, som är fastsatt så som synes å figuren. Då hjulet hastigt svänges omkring,derigenom att man drager i tråden, som är fäst å axeln, komma de små kuggarna att gifva kortet en mängd stötar, som följa i rad efter hvarandra med lika mellanrum, och härigenom framkallas ett musikaliskt ljud. Vi kunna också genom experiment ådagalägga, att ju hastigare stötarna följa på hvarandra, desto högre blir tonen. Ju hårdare jag drager i tråden, desto hastigare kommer hjulet att snurra omkring, och desto högre blir också den ton, som frambringas, men så snart hjulets

Fig. 33.

hastighet minskas, blir tonen lägre. Detta beror" derpå, att ju snabbare stötarna följa på hvarandra, desto kortare blifva ljudvågorna, och korta vågor gifva en hög ton.

Vi kunna få en klarare bild af detta förhållande med tillhjelp af ett par stämgafflar; den enas ton må vara ett-struket *c,* den andras ett-struket *a.* Nästa sidas teckning (fig. 34) afser att gifva en föreställning om de tvenne olika grupper af vågor, som uppkomma. Der visas, att A-gaffeln gör trevågor, under det att C-gaffeln endast gör två. Hvarpå beror det? Jo, derpå, att A-gaffeln svänger tre gånger fram och tillbaka, under det att C-gaffeln endast svänger två gånger; till följd häraf kommer A-gaffeln icke att pressa så många atomer framför sig tillsammans, innan den går tillbaka, och vågorna blifva kortare. Tonen A är den femte från C; om vi hade två stämgafflar, af hvilka den ena svängde dubbelt så fort som den andra, så att den förra gjorde fyra svängningar, då den senare gjorde två, skulle den förras torr vara en oktav högre än den senares.

Fig. 34.

Vi veta nu, att alla ljud, som vi höra, — de varnande ljud, som varsko oss, när någon fara hotar, musikens härliga toner med alla dess harmonier och melodier, som skänka oss glädje, — allesammans bero de på de osynliga luftvågorna, liksom vi också hafva dem att tacka för gåfvan att höra våra närmastes röster och för förmågan att kunna meddela oss med hvarandra. Det behag, ljuset skänker oss, beror på vågorna i etern, under det att det är genom vågorna i luften, som naturen talartill oss. Vid alla olika rörelser af luften uppkomma oändligt många olikartade ljud, men vi kunna i hvarje särskildt fall förklara, hvarför den röst, hvarmed naturen talar, är skarp eller mild, högljudd eller svag, hotfull eller blid. Tag t. ex. bäcken, som vi talade om i början af kapitlet! Hvarför sjunger den så ljuft, under det att den breda, djupa floden flyter mera ljudlöst fram? Emedan den lilla bäcken hvirflar och far rundt omkring alla stenar och sätter dem i rörelse; och emedan vattnet än rinner ned för en stor sten och träffar en lägre vattenyta der nedanför; än gnider de små stenarna, som ligga i dess bädd, mot hvarandra. Hvar och en af dessa små stötar åstadkommer ett litet klot af ljudvågor, som utbreda sig allt mera, tills de träffa ditt öra, och hvilka, då de komma tätt och regelbundet, frambringa en ton. Vi kunna nära nog tänka oss, att bäcken önskar visa, hur gladt och obekymradt den hoppar fram, liksom erinrande om Dahlgrens muntra visa »Vårbäeken», som du kanske hört: Hoppsan! nu är jag fri, Lyckligt slapp jag ur min boja; Vintern i sin trånga koja Sad', jag skulle hemma bli! Nej sa'n! sad' jag. Derpå en dag Utur hans glugg Smög jag i mjugg, Klättra' så fermt utför fjällisens vägg, Stundom jag höll mig i klippornas skägg. Den breda, djupa floden deremot har icke dessa häftiga rörelser och hvirflar. De enda föremål, dess vatten stöter emot, äro stränderna och bottnen; och vid stranden kan du, om du lyssnaruppmärksamt, ofta få höra, hur det gnider sandkornen mot hvarandra. Men det finnes också en annan omständighet, som förklarar, hvarför vatten, som nedstörtar från en höjd, frambringar ljud

och till och med ett ganska starkt brus, såsom i ett vattenfall eller i hafvets vågor, som vräka upp mot stranden. Det är icke endast ljudet af vattnets slående mot klippväggen eller stranden, som du hör, utan äfven det ljud, som uppkommer vid bristandet af otaliga små luftblåsor, hvilka vattnet innehåller. Då dessa luftblåsor slås mot marken, springa de sönder och utsända ljudvågor till ditt öra. Lyssna på hafvet någon dag då stormen hviner och vågorna gå höga, och du skall icke undgå att blifva uppmärksam på oregelbundenheten i dånet.

Men det är icke endast när de slå mot stranden, som vågorna ställa till väsen. Har du aldrig lagt märke till, hur de rent af tyckas tjuta, då de draga sig tillbaka derifrån? Detta härleder sig från stenarnas gnidning mot hvarandra, då de dragas bort af den återvändande vågen. Dr Tyndall berättar, att man af det slags ljud, som höres, kan sluta till stenarnas storlek. Äro de stora, uppstår ett oredigt buller; äro de mindre, ett slags skrik; under det att en strand af grus frambringar ett hvisslande ljud. Hvem kan sitta slapp och liknöjd vid stranden af en bäck, invid ett vattenfall eller en hafsstrand, då han kan lyssna till sådana ljud som dessa och förstår hur de uppkomma? Det fins för öfrigt många andra ljud, som vattnet framkallar, och hvilkas orsak du bör kunna utfundera, om du blott skänker dem tillbörlig uppmärksamhet.

Men det är icke endast vattnet, som sjunger sånger för oss. Lyss till vinden, hur vemodigt den suckar i löfven! Vi höra den der, emedan denruskar bladen och gnider dem mot hvarandra, så att de alstra ljudvågor. Men gå en blåsig dag mot vinden, och du skall få höra, att den kan hvissla i ditt eget öra! Den stöter mot det bugtiga ytterörat och åstadkommer en följd af ljudvågor inne i sjelfva hörselgången.

Hur kommer det sig, att du dervid hör en enda bestämd ton, då alla möjliga slags ljudvågor dock fara omkring i den upprörda luften?

Fig. 35.

Glasburken, som du ser på figuren härofvan, kan gifva svar på denna fråga. Om jag slår en stämgaffel mot bordet och håller den öfver kärlet, hör du knappast ljudet deraf, ty detta blir för svagt; men om du sakta häller vatten i kärlet, kommer du, då vattnet stigit till en viss höjd, att höra tonen klar och tydlig, emedan ljudvågorna i glasburken då få precis den längd, att de svara mot tonen, som stämgaffeln frambringar. Om du så blåser hårdt öfver kärlets mynning, får du höra alldeles samma ton, hvilket visar, att ett ihåligt

rum af en viss längd endast ljuder för vågor, som lämpa sig derefter. Förstår du nu, hvarför olika stora pipor hafva olika ljud, och hvarför nycklar af olika längd frambringa olika ljud, då man blåser i dem? Detta är ett ämne, hvarom du har mycket af intresse att lära. Jag har här endast kunnat göra antydningar härom. Men du bör nu förstå, att hörselgången i ditt öra också svarar endast till vågor af ett visst slag, och att vinden, när den - sjunger i ditt öra, har en ordentlig och bestämd ton.

Har du icke också någon stormig natt hört, hur vinden sänder en vild, klagande ton ned genom en dal? Hvarför, tror du, låter det så mycket ljudligare och mera musikaliskt här i dalen än då det blåser på slätten? Jo, emedan luften i dalen gifver svar endast till ett visst slags vågor, och, liksom en hundpipa, ger upphof till en bestämd ton, då vinden blåser öfver den; dessa ljudvågor gå upp och ned genom dalen, i regelbundna slag, åstadkommande ett vildt tjut. I nyckelhålet eller i skorstenen hör du också toner, då det blåser starkt; dessa hafva ock sin grund i ljudvågor, som vinden framkallar, då den ilar förbi ihåligheter. Om du håller en snäcka till örat, så sjunger den, som du vet, hvilket beror på att luften går i vågor fram och åter i dess gångar. Och hvad är det, tror du, som der sätter luften i rörelse? Ingenting annat än slagen af din egen puls i öronen, hvilka slag komma luften i snäckan att dallra.

En annan af naturens starka röster är åskan. Det är en ganska vanlig föreställning, att åskdundret uppkommer genom att molnen stöta mot hvarandra. Då du vet, att molnen bestå af vattenånga, bör det vara dig klart, hur orimlig en sådan troär. Den mest sannolika förklaringen af åskdundret ar också, utom att den är naturligare, mycket mera anslående. Du mins säkerligen från tredje kapitlet, att värme tvingar luftatomerna att åtskiljas. När en blixt öfverfar himlahvalfvet, kommer den naturligen att utvidga luften öfverallt, der den far fram, så att det ena klotet ljudvågor efter det andra bildas på alla de olika punkter, som blixten passerar. Ljuset går, som du

mins, med en oerhörd hastighet (29,000 mil i sekunden), så att blixten på en sekund både visar sig och försvinner, äfven om dess längd uppgår till en half svensk mil. Men ljudet går långsamt, i det att det icke tillryggalägger mer än omkring 1150 fot i sekunden, och till följd häraf komma ljudvågorna från alla de olika punkterna utefter blixtens hela längd i rad efter hvarandra och åstadkomma ett rullande ljud. Åskans mullrande förorsakas stundom också af eko, i det att ljudvågorna kastas fram och tillbaka mellan molnen, och i bergstrakter återstudsa åskknallarna gång efter annan från bergen till molnen och tillbaka igen, tills de omsider dö bort.

Vi skulle kunna timvis sysselsätta oss med dessa röster, hvarmed naturen talar till oss, då den förrättar sitt arbete. Tänk på regnets plaskande, då det faller på stenläggningen på gatan och hvarje droppe åstadkommer klotformiga ljudvågor åt alla håll, eller de starka knapparna i glacierens massa, hvilka uppkomma då dess inre brister sönder och hvilka träffa alpvandrarens öra, eller på det väldiga dånet af lavinen, då snön i stora massor glider utför bergets branta sidor. I hvart och ett af dessa fall uppstå ljudvågor, långa eller korta, starka eller svaga, hvilka bana sig väg till ditt öra och der omsättas i ljud.Vi kunna nu endast flyktigt vidröra alla de ljud, som de lefvande varelserna alstra, och hvilka äro mycket talrika. Vet du, hvarför vi höra ett surrande ljud, då ett bi eller en ollonborre flyger förbi oss? Det är icke för att de slå vingarna mot luften, som många föreställa sig, och hvilket verkligen är orsaken till det ljud, som uppkommer då foglar flyga, utan det beror derpå, att de skrapa vingarna mot sina bakben, hvilka äro tandade som en såg. Ju snabbare deras vingar röra sig, dess starkare blir det knarrande ljud, som uppkommer, och du kan nu förstå, hvarför i mycket torr väderlek myggornas surr är så mycket starkare, ty ju törstigare och lifligare de blifva, dess häftigare blifva deras rörelser.

Somliga insekter, såsom spyflugan och andra, utpressa luft genom i deras sidor befintliga luftkanaler, och som dessa gångar äro täckta af små fjäll, kommer genom dessas dallringar ett starkt ljud att uppstå. Kan du så säga, hvarifrån dessa märkvärdiga ljud härleda sig, som du kan få höra, om du lägger örat till somliga trädstammar ute i skogen? De uppkomma af s. k. timmermän, ett slags skalbaggar, hvilka med sina käkar söndersåga trädstammen och således åstadkomma ett ljud här i verlden, fast de sakna stämma.

v Alla dessa ljud från lefvande varelser härleda sig från djur, som icke sjunga eller frambringa andra ljud med rösten; men de härligaste af alla ljud, du får höra i skogarna, äro foglarnas stämmor. Alla röst-ljud frambringas medelst elastiska band, de s. k. stämbanden, som äro spända tvärs öfver mynningen af det rör, medelst hvilket vi andas; då vi släppa ut luften mellan dem, göra vi dem strama eller slappa efter behag och komma dem härigenomatt vibrera fort eller långsamt och derigenom att bilda vågor af olika längd.

Tänk hur hastigt vågorna måste dallra genom luften, då en liten lärka rör sin nätta strupe och låter sin friska sång välla fram! Då du nästa gång är på landet en vår, så offra en halftimme på att lyssna till henne och försök att föreställa dig, huru denna lilla varelse sätter luften omkring sig i rörelse. Tänk sedan en stund på ljudet, hvad det är, hur underbart det arbetar derute i den yttre verlden och härinne i vår hjerna, och om du sedan går till dina vanliga sysselsättningar eller lekar igen, skall du icke kunna neka till, att det är mödan värdt att en stund lyssna till naturens röster och göra dig reda för, hur det hänger ihop, att vi höra dem.

*

SJUNDE KAPITLET.

En gullvifvas lif.

När de kusliga vinterdagarna äro till ända och den tidigaste vårens fuktiga dagar hålla på att försvinna och solskenet varmt och ljust börjar strömma ned på skogens gräsbevuxna stigar, hvem vill icke då gerna gå ut och föra med sig hem buketter af violer, blåsippor och gullvifvor? Vi gå fråa den ena plantan till den andra, plocka en blomma här och en knopp der, spana efter dem, när de gömma sig bland de gröna

löfven, och göra det gladt och behagligt i våra rum med de vackra och älskliga blommorna. Men säg mig, har du

aldrig, medan du i din bukett band ihop blomma efter blomma, stannat för att tänka efter, huru växterna under dessa sista få veckor burit sig åt för att utveckla sina gröna blad och sina späda knoppar. Om du för en månad sedan hade gjort besök på samma ställe, skulle allt, hvad du då funnit, inskränkt sig till några vissnade och döda blad från föregående år. Och nu är hela skogen mattbelagd med fina gröna blad, med nickande blåklockor och ljusgula vifvor, som om en fe hade vidrört marken och klädt den med friskt ungt lif. Och våra tomtar och feer hafva. också här tagit arbetet om hand; den fe, som heter »Lifvet», om hvilken vi veta så litet, fastän vi hålla af henne så mycket och glädja oss åt de sköna former, hon kan framalstra; de lifvande solstrålarna, hvilka kyssa de späda skotten och värma dem, så att de blifva krya och verksamma, hafva i osynlig måtto hjelpt till; de milda regndropparna, den kryddrika luften, allt detta har gjort sitt till, medan du och jag tanklöst gingo dem förbi; och nu komma vi och plocka blommorna, som de hafva alstrat, och glömma alltför ofta bort att fråga oss, huru dessa älskliga former hafva sprungit upp omkring oss.

Vår uppgift skall nu blifva att öfverväga denna fråga. Bäst vore, om du, innan du genomläste detta kapitel, ville skaffa dig en gullvifva, antingen blott blomman eller ännu hellre hela växten, en mandel, som för några minuter fått ligga i hett vatten, och en bit apelsin. Du skulle då bättre kunna följa med, hvad jag denna gång vill tala om, nämligen en gullvifvas lif. Det ämnet är vidt skildt från dem, vi förut behandlat: Hittills har det varitfråga om verldsomfattande tilldragelser; vi reste upp till solen eller rundt omkring jorden eller upp, i luften; nu vill jag endast fästa din uppmärksamhet vid en enda liten växt och undersöka dess historia.

Det fins ett litet vackert poem af den engelske skalden Tennysori, der det heter: Blomma, som gömmes i murens förvar, Jag tar dig ur remnornas skydd; Med rot och med blad i min hand jag dig bär, Och visste jag, blomma, blott hvad du är, Så vore mig hfvets hemlighet klar Och gåtan om Gud och om menniskan tydd. Vi kunna icke lära oss *allt* om denna lilla blomma, men vi kunna lära nog för att förstå, att hon har ett verkligt och sjelfständigt lif, som är väl värdt att få reda på. Ty en planta födes, andas, sofver, äter och smälter födan lika ordentligt som något djur, fast på ett annat sätt. Hon arbetar och sträfvar både för egen del med att skaffa sig sin föda och för andra genom att göra luften ren och lämplig för djuren att inandas. Ofta samlar hon också förråd för vintern. Hon skickar ut unga plantor, liksom föräldrarna bruka skicka ut sina barn, för att de må lära sig att reda sig på egen hand ute i verlden; och när hon så lefvat fram sitt lif, ofta till en rätt försvarlig ålder, dör hon och lemnar rum för andra. Vi vilja nu söka följa detta lif så godt vi kunna; och först skola vi börja med fröna.

De frön, som vi kunna finna hos vårt exemplar af gullvifvan, äro så små, att de icke lätt kunna undersökas; låt oss i stället begagna oss af vår mandel, som utgör mandelträdets frö och som

Vetenskapens sagoland. 11vi kommit öfverens om att lägga i hett vatten några minuter, så att den lätt kan klyfvas i två halfvor. Af dessa kunna vi inhemta rätt mycket angående frön i allmänhet och sedan tillämpa detta på gullvifvans.

Om du således drager af ditt mandelfrö de två hinnorna (den tjocka bruna ytterhinnan och den tunna genomskinliga undre hinnan), skola mandelns bägge halfvor lätt släppa hvarandra. Den ena af dessa halfvor har vid sin spetsiga ända en liten inskärning eller fördjupning, under det att du i andra halfvan kan se en liten upphöjning, som, när halfvorna voro förenade, passade in i den förra. Denna lilla upphöjning (fig. 36 *a b)* är stamknoppen, som utgör första början till den. unga växtens stam, och de två hälfterna äro hjertbladen, som innehålla näring, hvaraf den unga växten underhålles, tills den sjelf kan bereda näring. Den runda ändan af den lilla växten *(b),* som sticker ut ur mandeln, är första början till roten, under det att andra ändan *(a)* med tiden blir stammen. Om du ser noga efter, skall du i denna ända se två små spetsar; de äro spetsarna på blifvande blad. Betänk, hur liten denna stamknopp måste vara i en gullvifva, hvars hela frö knappast är större än ett sandkorn! Och dock ligger hela den kommande växtens lif gömdt i detta, knapt märkbara växtämne.

När ett frö faller till marken, förblifver det, så länge jorden är kall och torr, i dvala, som om det vore dödt; men så snart den varma,

Fig. 36 En mandelhalfva, som visar *a* stamamnet och *b* rotämnet till ett nytt mandeltrad.

fuktiga våren kommer och de beställsamma små solvågorna tränga sig ned i jorden, väcka dessa upp växtämnet och sätta nytt lif i det. De jaga småpartiklarna, som utgöra ämnet i dess kropp, fram och tillbaka och drifva dem att leta reda på andra småpartiklar att förena sig med.

Men dessa nya partiklar kunna icke komma in genom roten, ty någon sådan har icke fröet; ej heller genom bladen, ty dessa hafva ännu icke vuxit fram; och derför måste växtämnet i början nöja sig med det förråd af föda, som finnes samladt i de tjocka hjertbladen, med hvilka det är försedt. Här finner det stärkelse, oljor, socker och andra ämnen, kallade albuminoider; — det sega ämne, som du märker i hvetekornen, när du tuggar dem,

Fig. 37. Saftceller 1 en apelsinklyft.

är en af albuminoiderna. Denna föda är alldeles färdig för växtämnet att begagna, och det uppsuger den och utbildar sig till en späd planta med små rötter i ena ändan och ett växande skott med blad i den andra.

Men på hvad sätt växer det? Hvad är det, som gör det större och större? För att få svaret härpå måste du undersöka något som du lätt kan skaffa dig — en apelsinklyft. Om du tager bort skalet derifrån, kan du på insidan se en mängd utdragna, genomskinliga påsar, fulla af saft. Dessa kalla vi *celler,* och alla växters och djurs kött består af celler, som likna dessa, ehuru af olika

former. I fläderns märg äro de runda, vida och lätt synliga (fig. 38 *a);* i växternas stjelkar äro de långsträckta och skjuta in mellan hvarandra (fig. 38 *b),* så att de gifva stjelken styrka att hålla sig upprätt. Ibland uppkomma rör derigenom att flere celler vuxit i rad öfver hvarandra och skiljeväggarna dem emellan försvinna. Dessa rör kallas *kärl.* Men vare sig stora eller små, äro cellerna allesamman säcklika och växa. bredvid hvarandra.

I apelsinens innanmäte innehålla dessa celler endast en söt saft, men i andra delar af orangeträdet eller andra växter innehålla de ett klibbigt ämne med små korn i sig. Detta ämne kallas »protoplasma» eller »lifvets första form», ty det är lefvande och verksamt, och under ett förstoringsglas kan du stundom hos en lefvande växt se strömmar af de små kornen, som flytta sig omkring i cellerna.

Nu kunna vi anse oss hafva tillräckliga förkunskaper för att gifva oss in på förklaringen, huru växten beter sig för att växa. Föreställ dig, att det späda växtämnet hos gullvifvan utgöres af celler, som äro fylda med lefvande protoplasma, hvilken insuger stärkelse och annan föda från hjertbladen. På det sättet växer hvarje cell, till dess

Fig. 38. *a,* runda celler i fläderns märg; *b,* långa celler i växtens kärlsträngar.den blir för tjock för att rymmas i sitt hölje, och så delar sig protoplasman i två delar och bygger upp en skiljevägg mellan dem, och sålunda blir det två celler af en. Hvardera af dessa celler klyfver sig i sin tur i två nya, och sålunda blir växten allt större och större, tills den, då den i sinom tid har förbrukat all födan i hjertblaclen, skickar ned i jorden rötter, betäckta med fina rothår, och upp i i luften ett skott med de första begynnelserna till blad.

Ibland skjuta hjertbladen sjelfva upp ofvan jord, såsom hos senapsväxten, och ibland stanna de ständigt qvar under jordytan.

Och nu kan växten icke beqväma sig till att vara sysslolös längre och blott lefva på tillredd föda. Den måste arbeta för egen räkning. Ända hittills har den lefvat på samma slags föda, som jag och du förtära, ty vi tycka också att rätt många frön smaka mycket bra att äta och äro nyttiga som föda. Men nu har detta förråd tagit slut. Hvad skall nu växten få att lifnära sig med? I det fallet är den skickligare än vi, ty medan vi icke kunna lefva på annan föda än sådan som en gång varit lefvande, kunna växterna nära sig uteslutande med vatten, gaser ocb mineraliska ämnen. Räkna efter alla de saker du kan äta eller dricka, och du skall finna att de nästan samtliga utgöras af sådant, som varit lefvande: kött, grönsaker, bröd, öl, vin, mjölk; alltsammans är beredt af någonting som varit lefvande, och fastän du också förtär vatten och salt och äfven jern och fosfor o. d., skulle dessa såsom födoämnen vara fullkomligt värdelösa för dig, om du icke också åte och drucke tillredd föda, som din kropp kan omarbeta till lefvande ämne.Men så snart växten fått rötter och blad, börjar den genast tillreda lefvande ämne af sådant, som aldrig förr varit lefvande. Genom alla sina små rothår insuper den vatten, och i detta vatten finnas i större eller mindre mängd upplösta salter af ammoniak, fosfor, svafvel, jern, kalk, magnesia och äfven kisel eller

flinta. I alla jordarter fins en del jern, och vi skola strax få se, att detta är af stor betydelse för växten.

Antag således, att vår gullvifva börjat insuga vatten genom sina rötter. Hur skall den få upp detta vatten i stjelken och bladen, helst som hela växten utgöres af tillslutna säckar eller celler? Detta åstadkommer hon på ett högst eget sätt, som du sjelf kan profva. När helst två vätskor, den ena tjockare än den andra, såsom t. ex. sirap och vatten, endast äro skilda åt af en hinna eller ett poröst ämne, vilja de alltid blanda sig, hvarvid den tunnare sipprar genom hinnan in till den tjockare. Om du öfver ett glasrör fäster en bit af en oxblåsa och till hälften fyller röret med sirap samt derpå låter den tilltäppta ändan stå nedsänkt i ett kärl med vatten, skall vattnet inom några timmar bereda sig tillträde till sirapen, och blandningen skall stiga i röret tills den går öfver dess bräddar. Emedan nu växternas safter och vätskor äro tjockare än vatten, så behöfves det blott att vatten kommer in i rotens celler, så sipprar det genast in i cellerna ofvanför och blandar sig med saften derstädes. Då blir blandningen i dessa celler tunnare än i cellerna ofvanfÖr hvarfor äfven denna går uppåt, och på det sättet pumpas vattnet cell för cell uppåt till bladen.

När det kommer dit, finner det våra gamla vänner solstrålarna i full verksamhet. Om dunågonsin försökt att draga upp en växt i en källare, vet du att i mörkret blifva dess blad hvita och sjukliga. Det är endast i solljuset, de få en fin, vacker, grön färg, och du torde från andra kapitlet minnas, att denna gröna färg visar, att bladet förbrukat alla solvågor utom dem, som låta oss se grönt; men hvarför gör växten så, endast när den vuxit upp i solskenet?

Skälet härtill är detta: när solstrålen tränger in i bladet och försätter alla dess smådelar i dallring, gör den protoplasman olikartad och fördelar de två olika beståndsdelarna i skilda celler. Den ena beståndsdelen förblir hvit, men den andra, som befinner sig närmast ytan, förändras af solljuset samt genom inverkan af jern, som följt med det inträngande vattnet. Denna särskilda sorts protoplasma, som kallas »klorofyll», vill ingenting hafva att skaffa med de gröna vågorna, utan kastar dem tillbaka, så att hvart litet korn af denna protoplasma ser grönt ut och gifver bladet dess gröna färg.

Det är dessa små gröna celler, som med tillhjelp af solvågorna smälta växtens föda och förvandla vattnet och gaserna till nyttiga safter. Vi sågo i tredje kapitlet, att när vi inandas luften, begagna vi för vårt behof dess syre, men släppa ifrån oss ut ur våra munnar kolsyran, som är en gas, bildad af syre och kol.

Nu behöfva imellertid alla lefvande varelser kol för att lifnära sig, men växterna kunna icke upptaga det, sådant det befinnes, ty kol är en fast kropp (blyertsen i din penna är ren kol), och en växt kan icke äta, den kan endast dricka, det vill säga förtära flytande och gasformiga ämnen. Härvid får den hjelp ur svårigheten af de små gröna cellerna. De upptaga eller *absorbera* ur luften denkolsyregas, som vi utsläpt ur våra munnar, och med hjelp af solvågorna slita de kolet och syret i sär. Det mesta syret släppa de åter ut i luften till vårt begagnande, men kolet behålla de sjelfva.

Om du tager några friska lagerblad och lägger dem i ett glas med vatten samt dérpå stjelper detta öfver ett tefat med vatten och sätter alltsammans i solskenet, skall du snart få se, huru små klara bubblor stiga upp och sätta sig fast vid glaset. Detta är bubblor af syrgas, och de säga dig, att de försatts i frihet af de gröna cellerna, som slitit från dem det i kolsyran i vattnet befintliga kolet.

Fig. 39. Syre-bubblor uppstiga från lagerblad i vatten.

Men hvart tager kolet vägen? Och hvartill användes det vatten, som vi för en stund sedan lemnade och sedan dess låtit vänta i bladen? Du vet redan, att vatten består af väte och syre; men kan hända skall du bli öfverraskad, när jag säger dig, att stärkelse, socker och olja, som vi få från växterna, ingenting annat äro än väte och syre, i olika mängder förenade med kol.

Det är i början ganska svårt att föreställa sig, att något, som är så svart som kol, ingår som beståndsdel i fina blad och vackra blommor, ja tilloch med i rent hvitt socker. Men vi kunna företaga ett experiment, hvarigenom vi kunna draga vätet och syret ur vanligt socker, och då skall du finna, att kolet, så svart det är, står qvar. Jag skaffar mig en tallrik med en hög hvitt socker. Först slår jag derpå litet varmt vatten för att lösa och uppvärma det och deröfver sedan litet stark svafvelsyra. Denna syra har ingen annan verkan än att helt enkelt frigöra vätet

och syret. Inom några få ögonblick börjar en svart kolhög träda fram, helt och hållet frambragt af det hvita socker du nyss såg. Du ser således, att ur de allra hvitaste växtdelar kunna vi få fram detta svarta kol; och hälften af hvarje växts torra beståndsdelar utgöras också verkligen deraf.

Tag nu åter din växt i betraktande och säg, om vi icke redan hafva funnit en sällsam historia. Tänk dig. att du ser vattnet smyga sig in genom rötterna, sippra uppåt från cell till cell, till dess det når bladen, och der sammanträffa med kolet, som just kommit från luften, samt med solvågornas tillhjelp tillsammans med detta beredas till stärkelse eller socker eller oljor.

Imellertid — på hvad sätt bildas ny protoplasma? ty utan denna verksamma substans kan intet arbete förrättas. Här kommer en trög gas, som vi talade om i tredje kapitlet, väl till pass. Der visste vi icke, att qväfvet gjorde annan nytta än att det spädde ut syret i luften, men här uppenbarar det sig såsom högst nyttigt. Så vidt vi veta, kunna växterna icke upphemta qväfve ur luften,

Fig. 40. Kol, frambragt ur hvitt socker.men de kunna få det ur den ammoniak, som vattnet inför i rötterna.

Du har ju reda på, att ammoniak är en skarpt luktande gas, bestående af väte och qväfve; invid gödselhögar är den ofta nära nog qväfvande. När du gödslar en växt, hjelper du den att förskaffa sig ammoniak, men äfven derförutan kan den få en del sådan ur jorden och äfven ur regndropparna, som föra den med sig i luften. Ur denna ammoniak tager växten qväfve, och med de tre ämnena kol, syre och väte, hvartill qväfvet kommer som det fjerde, åstadkommer växten de ämnen, som kallas albuminoider och som till stor del utgöra växtens föda; det är också dessa albuminoider, som bilda protoplasman. Du skall lägga märke till, att, medan stärkelsen och andra ämnen bestå af endast tre grundämnen, den lifliga protoplasman består af dessa tre och dessutom ett fjerde, qväfve, samt derjemte innehåller fosfor och svafvel.

Och så fortsätter vår gullvifva timme efter timme, dag efter dag, att pumpa upp vatten och ammoniak från sina rötter till sina blad, att suga in kolsyra från luften och begagna solvågorna till att förarbeta alltsammans till föda, som sedan afskickas till alla kroppens olika delar. Som du ser, tjenstgöra bladen på det sättet såsom mage åt växten och smälta dess föda.

Ibland kommer mera vatten än som behöfves upp i bladen, och då öppnar bladet i huden på sin undre sida tusen små munnar, hvilka utsläppa vattendropparna på samma sätt som svettdroppar utsippra från vår hud, när vi äro upphettade. Dessa små munnar, som kallas klyföppningar (fig. 41 a), bestå af två plattryckta, halfmånformiga celler, som passa in emot hvarandra. När luften ärfuktig och växten har fått för mycket vatten, ligga dessa öppna och släppa ut vattnet, men när luften är torr och växten behöfver behålla allt vatten den kan få, äro de tillslutna. Under ett enda äpleblad kan det finnas ända till vid pass hundra tusen sådana munnar; — deraf kan du tänka dig, huru små de ofta äro.

Växter som endast lefva ett år, såsom t. ex. luktärterna, resedan och vallmon, förse sig med just så mycket föda som behöfves för att bestrida deras dagliga behof och bilda de frön, vi strax skola tala om. Så snart deras frön mognat, börja deras rötter att vissna, och intet vatten ledes upp vidare. De gröna cellerna kunna icke mer få någon mat att smälta, och sjelfva förtorkas de af solstrålarna och bli gula, och dermed dör växten.

Men många växter äro arbetsammare än dessa och lägga upp förråd för ett kommande år, och vår guilvifva är en af dem. Se på den duktiga bildningen nedanför gullvifsbladen, från hvilken de egentliga rötterna utgå. Det är gullvifvans stam, som döljes under jorden, och all den stärkelse, de albuminoider m. m., som växten kan spara under det den växer, skickas ned till denna underjordiska stam och förvaras der i lugn och ro vintern öfver, gömda i jorden. När så den varma våren kommer, börjar denna stam skicka ut blad för en ny växt.

Vi hafva nu sett, huru en växt spirar upp, lifnär sig, växer, samlar föda, vissnar och dör; men hittills hafva vi ingenting sagt om dess vackra blommor eller på hvad sätt den bildar sina frön.

Fig. 41. Klyföppningar på ett blad.Om vi på våren se efter längst in mellan bladen vid en gullvifvas rotstock, skola vi der finna en eller ett par små samlingar af knoppar gömda bland bladen, och vi kunna se de små skaft, som uppbära dessa, dag för dag blifva längre, till dess solskenet kan komma åt knopparna, och då utvecklas ur

hvarje, sådan en vacker blomma.

Vi veta alla, att frön bildas i blomman och att frön äro nödvändiga för att nya växter skola uppkomma. Men hafva vi också reda på, huru de bildas eller hvartill knoppens olika delar tjena? Låt oss undersöka dem, den ena efter den andra, och du skall, hoppas jag, hålla med mig om, att detta icke är växtens minst underbara del.

Kom i håg, att fröet är växtens vigtigaste del, och gör dig sedan reda för, huru blomman är till skydd för fröet. Se först på den yttre gröna betäckningen, som vi kalla *fodret*. Se huru tätt det sluter sig efter knoppen, så att inga insekter kunna krypa in och gnaga på blomman eller denna taga skada af kyla och blåst. När derpå fodret öppnar sig, gif då akt på, huru de gula bladen, som bilda *kronan*, omvexla hvart och ett med ett af foderbladen, så att, om någonting obehörigt kommit innanför den första bladkransen, det bör hejdas af den andra. Gif slutligen akt på dessa besynnerliga gula påsar just vid blompipans mynning (fig. 42, 2, b). Hvad är deras bestämmelse?

Dock, jag tänker mig möjligheten, att du, om du har ett exemplar af blomman till hands, skall med förvånad uppsyn härvid göra den invändningen: »men hvar äro dessa gula påsar vid pipens mynning; jag kan icke upptäcka några sådana.» Jag kan icke heller ansvara. för, att i det exemplar af blomman, som du råkat få, några sådanapåsar verkligen finnas; ty just en af de besynnerligaste omständigheterna med vifvorna är, att somliga af dem hafva dessa gula säckar vid pipens mynning, medan de hos andra äro gömda längre ned, ungefär vid dess midt. Så mycket kan jag dock säga: om du ej upptäcker några sådana gula påsar vid pipens mynning, skall du i stället der finna en rund knopp (fig. 42, 1, *a*) och de gula påsarna (*b*) längre ned i pipen. Om du åter har sådana

Fig. 42. Gullvifveblommans tvänne former; *a*, märket eller pistillens klibbiga hufvud; *b*, ståndarknappama; *c*, blomkronan; *d*, blomfodret; *sv*, fruktamnet: *A*, förstorad pistill med frömjölskorn hvilande på märket och växande ned till ett froämne; *o*, froämnen.

gula påsar (fig. 42, 2 *b*) uppe vid mynningen, finner du knoppen (*a*) halfvägs ned i pipen.

Nästa fråga gäller användningen af dessa gula påsar, som kallas ståndarnes *knappar* och hvilkas skaft kallas ståndarnes *sträng*. Om du klyfver dem, skall du finna, att de inuti sig hafva ett gult stoft som kallas *frömjöl* eller pollen, samma slags stoft for öfrigt som det, hvilket fastnar på din näsa, om du sticker ned den i en lilja; och om du med förstoringsglas betraktar den lilla gröna knölen eller knoppen i midten af blomman, skall dutroligen få se, att litet af detta gula stoft sitter fast på den (fig. 42 A). Vi vilja nu för en stund lemna det der, och undersöka den blomdel, som kallas *pistillen*, till hvilken denna knopp hör. Ryck bort den gula blomkronan (som mycket lätt följer med) och vänd ut och in på de gröna bladen! Du skall då få se, att knoppen hvilar på spetsen af en pelare och att vid foten af denna befinner sig ett rundt klot (*sv*), hvilket är förvaringsställe för de små korn, som skola bli frön. På teckningen (fig. 42, A) har jag ritat upp hela detta besynnerliga klot och pelaren så, som vore de klufna midt i tu, för att vi må kunna se hvad de innehålla. I midten af klotet ser man en samling runda genomskinliga små kroppar, till utseendet påminnande om runda gröna apelsinceller fulla med saft. De äro också verkligen celler, fylda med protoplasma, och i deras inre utbildas småningom det lilla växtämnet sådant vi funno det i fröen.

»Detta är således frön», säger du härvid troligen. Nej, icke ännu; det är endast fröämnen som kunna blifva frön och innesluta äggceller, som utbilda sig till växtämnen. Om dessa fröämnen lemnades åt sig sjelfva, skulle de om en tid vissna bort och dö. Men dessa små gula frömjölskorn, som vi sågo häfta vid knölen i spetsen på pistillen, komma ned och hjelpa dem. Så snart dessa gula korn komma i beröring med den klibbiga knoppen eller *märket*, som det kallas, utsända de pollenrör, hvilka växa ned igenom pelaren till dess de nå fröämnena. I hvart och ett af dessa finna de ett litet hål och krypa in genom detta, hvarpå de i fröämnena uttömma protoplasman från frömjölskornet, som sitter derofvan, och härigenom fårämnet förmågan att växa ut till ett verkligt frö med ett litet växtämne inom sig.

Så tillgår det, när växten bildar sina frön för att nästa år gifva upphof till nya små växter, och under tiden äro bladen och rötterna upptagna med att tillreda den nödvändiga födan. Tänk någon gång, när du ströfvar i skogen,

hur träget de små växterna och de stora träden rundt omkring dig äro sysselsatta med sitt arbete. Du inandas det härliga friska syret, som de hafva släpt ifrån sig, och tänker föga på, att det är de, som göra landtluften så uppfriskande och behaglig, och att de, fastän de se ut som om de ingenting annat hade att göra än att njuta det klara solskenet, i sjelfva verket med tillhjelp af detta solsken sköta ganska allvarsamma sysslor här i verlden: skaffa sig sin föda ur marken; göra den i ordning; vända sina blad så att de på bästa sätt insupa ljuset (och härvid är det förnämligast de violetta solvågorna, som äro dem behjelpliga); växa till och med om natten genom att bygga nya celler af den föda, de om dagen hafva upptagit; samla vinterförråd; veckla ut sina blommor och bilda sina frön, — allt under det de stå vänligt leende i fridfulla dungar eller på soliga ängsmarker, så att det just är en lust och fröjd att se på dem.

Men hvarför skola gullvifvorna hafva dessa granna gyllene blomkronor? Helt enkla gröna sådana skulle väl göra alldeles samma nytta i och för frönas beskydd? Det kan så tyckas; men här möta vi en hemlighet, som är väl värd att taga reda på. Granska de två gullvifveblommorna 1 och 2 på fig. 42, och säg mig, hur du tror frömjölet hittar fram till spetsen af det klibbiga märket. I n:r 2 ser det ganska lätt ut att förklara, ty härtycks frömjölet lätt kunna falla ned från ståndarknapparna på märket, men *uppåt* kan det ju icke falla, som det borde göra i n:r 1. Nu är det besynnerliga härvid, att, såsom mr Darwin har visat, ingendera af dessa blommor kan lätt sjelf fortskaffa frömjölet, fastän af de två n:r 1 har minsta svårigheten. Betrakta en vissnad gullvifva och se huru den hänger med hufvudet och huru snart nog den gula kronan faller. Det är just vid tiden för blommans affallande som *ståndarknapparna* springa upp, och då släpas, de i n:r 1 (fig. 43) öfver

Fig. 43. Gullvifvans blomkrona strax före affallandet. 1, Gullvifva med lång pistill och ståndare i pipen liksom n:r 1 på fig. 42; 2, Gullvifva med kort pistill och ståndare i pipens mynning likasom n:r 2 på fig. 42.

märket, och några af frömjölskornen häfta fast der. Men i gullvifvans andra form, n:r 2, komma icke, vid blommans affallande, ståndarna när pistillmärket, så att detta har ingen utsigt att få några pollenkorn; och medan gullvifvan står upprätt, är pipen så trång, att frömjölet icke lätt faller ned. Men, som jag sade, ingendera slaget blomma har lätt att förse sig med frömjöl, ej heller vore det lyckligt för dem, om de hade det beqvämare. Frönaäro nämligen mycket starkare och bättre, om frömjölet från en blomma föres bort och lemnas på en annan blommas märke; och det sätt, hvarpå detta plägar gå för sig, är genom insekter, som flyga från den ena blomman till den andra och bära med sig stoftet på sina ben och kroppar.

Om du suger i bottenändan på gullvifvans pip, skall du finna, att det smakar sött, emedan en droppe honung legat der. När insekterna gå in för att hemta denna honung, stryka de mot de gula stoftsäckarna, och en del af stoftet fastnar vid dem. När de sedan gå till nästa blomma, skubba de af sig detta mot dess klibbiga märke.

Betrakta n:r 1 och n:r 2 på fig. 42, och du kan genast se, att om en insekt kommer in i n:r 1 och frömjölet fastnar på honom, just den del af hans kropp, på hvilken frömjölet fastnat, skall komma i beröring med märket, när han kryper ned i n:r 2. Sålunda blifva blommorna, såsom det heter, »korsbefruktade», det vill saga, frömjölet hos den ena matar fröämnet hos den andra. Och alldeles samma sak inträffar, om insekten flyger från n:r 2 till n:r 1. Äfven då befinner sig frömjölet så beläget, att det kommer i beröring med märket, som sticker ut ur blomman.

Derför kunna vi tydligt och klart se, att det är nyttigt för gullvifvan att bin och andra insekter komma till den, och allt hvad den kan göra för att locka dem till sig, blir alltid af största vigt. Tror du nu icke, att när en insekt en gång kom under fund med, att den ljusgula kronan gaf anvisning på, hvarest honung vore att fiuna, han snart skulle spana ut den sortens blomkronor, när han flög omkring? Häraf finna vi, att den vackra välluktande blomkronan icke blott är angenäm föross att se och lukta på, men också är af verklig nytta, i det den hjelper gullvifvan att bilda starka, dugliga frön, ur hvilka nya plantor nästa år skola växa upp.

Och låt oss nu i tankarna gå igenom hvad vi hafva lärt. Vi började med det späda fröet, fast vi då ännu icke viste, hur detta frö hade bildats. Vi granskade växtämnet, som var doldt inuti det, och lärde oss, huru det först närdes endast af tillredd föda, men snart "började sjelf tillreda åt sig lefvande ämne ur gaser, hemtade från vattnet och luften. Huru sinnrikt det pumpade upp vattnet genom cellerna till sin mage — bladen! Och huru underbart

bildade icke de inträngande solvågorna de små gröna kornen och hjelpte dessa att bereda födoämnen och lefvande protoplasma! Här skulle vi hafva kunnat gå vidare och studera, huru växtens fibrer och alla dess olika kärl äro bildade, och det skulle hafva blifvit en lika underbar berättelse. Men det var för vidlyftigt att kunna behandlas i ett enda kapitel, och det måste du på egen hand taga reda på i böcker om botanik. Vi öfvergingo vidare till blomman, lärde oss känna hyllebladens nytta, gagnet af blomkronan, som med sina i ögonen fallande färger drager till sig insekterna, undersökte stoftpåsarna, som innehålla pollen eller frömjöl, de små froämnena, hvart och ett med ämne till en ny växt, inneslutna i fruktämnet och väntande på att frömjölskornen skulle växa ned för att nå dem. Slutligen fingo vi klart för oss, att när frömjölet kröp in i den smala öppningen, hade froämnet allt hvad det behöfde för att blifva ett fullfärdigt frö.

Och så kommo vi då tillbaka till gullvifvans frö, hvarifrån vi hade utgått; och dermed är saganfärdig om vår gullvifva, från dess födelse till den dag, då dess blad och blommor vissna och dö bort för vintern.

Men hvilka sagoväsen hafva här varit verksamma? Först och främst det beställsamma sagoväsendet »Lifvet» i den rörliga protoplasman och för det andra solvågorna. Vi hafva sett, att det var med tillhjelp af solvågorna, som de gröna kornen förfärdigades och vattnet, kolsyran och qväfvet införlifvades med den lefvande växten. Och vid detta värfs fullgörande fängslades solvågorna och deras kraft förbrukades, så att de icke vidare kunde dallrande flyga ut i rymden. Men äro de derför för alltid försvunna? Så länge växtens blad eller stängel eller rot äro qvar, äro de försvunna; men när dessa förstöras, kunna vi åter få dem tillbaka.

Tag en handfull torra vissnade växter och antänd dem med en tändsticka. När då bladen brinna och åter förvandlas till kolsyra, qväfve och vatten, då komma också våra solstrålar tillbaka i lågan och värmen.

Och växtens lif? Hvad är det, och hvarför är alltid denna protoplasma rörlig och verksam? Det kan jag icke säga dig. Vi må forska huru mycket som helst, den lilla växtens lif är ett lika stort mysterium som ditt lif och mitt. Det kom, likasom allt annat, från den store Faderns sköte, men vi kunna icke säga, på hvad sätt det kom eller hvad det är. Vi kunna se de lifaktiga kornen röra sig under mikroskopet, men vi kunna icke se den makt som rör dem. Vi endast veta att det *är* en makt, som växten fått, likasom du och jag, för att sättas i stånd att lefva sitt lif och verka sitt verk till gagns här i verlden.

*

ÅTTONDE KAPITLET.

Ett stycke stenkols historia.

Skaffa dig en bit stenkol, hvilken som helst! Du behöfver icke söka ut någon särskildt märkvärdig bit, utan tag hvilken som helst, som du kan få fatt i. Tälj endast af dess yta, så att den blir jemn och slät! I detta kapitel skall det bli vår

uppgift att berätta denna svarta klumps historia, så att du får lära, hvad den är, hvad den har varit och hvad den kommer att bli.

Den ser ju icke så synnerligt intressant ut vid första påseende, men om vi noggrant undersöka den, skola vi dock säkerligen få åtskilliga frågor att besvara endast med anledning af dess utseende. Betrakta en af de släta ytorna på kolbiten och tänk efter, om du kan förklara dessa fina linier, som gå tvärs öfver den så tätt, att de se ut som bladsnitten i en bok. Om du försöker bryta

Fig. 44. Ett stycke stenkol.

sönder en bit stenkol, så finner du, att det går mycket lättare utmed dessa linier än tvärs öfver dem; och om du skall tända upp eld hastigt, bör du alltid vända denna linietecknade yta nedåt, så att värmen kan tränga sig upp genom dessa springor och småningom spränga stycket. Om du imellertid bryter försigtigt sönder kolstycket

utmed en af dessa linier, så skall du finna ett fint kolpulver liggande i springan, och du kanske börjar misstänka, att kolbiten bygts upp i mycket tunna lager, mellan hvilka ligger ett svart pulver.

Hvad du vidare bör erinra dig, är att detta kol brinner och åstadkommer låga och värme och att detta bevisar, att solstrålar på ett eller annat sätt hållas fångna derinom; detta leder slutligen din tanke till växterna, och du kommer att tänka på, att de uppsamla solstrålarnas kraft i sina blad och gömma svart kol äfven i det renaste och hvitaste ämne de innehålla.

Har då stenkol uppstått genom förbränning af växter? Nej, ty då skulle det icke brinna en gång till; men du har kanske läst om, hur man tillverkar träkol. Man upphettar trä utan att låta det brinna, och då blir det svart och blir mycket lämpligt att brännas. Du förstår nog nu, att det är mycket sannolikt, att vårt kolstycke har uppkommit af växter, som torkats och som undergått stora förändringar, men hvilka ännu hafva forvarade i sig många solstrålars kraft, som kan frigöras då de brinna.

Om du i tankarna vill med mig företaga en resa till Newcastle, skall du få fullt tillfredsställande bevis för, att stenkol har uppkommit af växter, ty i alla kolgrufvor finna vi talrika lemningar af dem vid hvart steg vi taga.

Låt oss föreställa oss, att vi klädt oss i några gamla kläder, som icke taga skada af färden, och hafva gått in i den järnbur, som visas på figur 45, samt hålla på att hissas ned genom schaktet till orten, hvarest grufarbetarna hålla på med att hacka lös stenkolen. De flesta befinna sig sannolikt i orten *b*, emedan det mesta kolet i *a* redan blifvit taget. Men vi skola stanna i *a*, emedan vi der kunna se en stor del af taket och golfvet. När tunnan stannar på bottnen af orten, varseblifva vi, att vi befinna oss i ett slags tunnel, i hvilkenspår äro utlagda och hvarest små vagnar, lastade med stenkol, komma fram mot den plats, der tunnan stannar, för att blifva upphissade, under det att tomma vagnar skjutas tillbaka för att blifva lastade der, hvarest grufarbetarna hålla på att arbeta. Vi taga lamporna i händerna och vika ur vägen för vagnarna samt lysa först upp i taket, som består af skiffer eller hårdare lera. Vi skola

Fig. 45. Genomskärning af en kolgrufva.

icke hafva gått många alnar, förr än vi påträffa aftryck af växter eller deras blad, visserligen icke alltid så vackra och tydliga som vi se på fig. 46, men dock tillräckligt tydliga för att du i dem skall kunna igenkänna ormbunksblad; vidare få vi säkerligen i kolet se långa svarta stänger, som gifva oss den tanken, att vassrör blifvit instängda i kolet; i sjelfva verket är det också så, efter hvad vi så småningom skola få reda på. Du finner sådana aftryck i mängd, om du går utmed orten och ser upp i taket, och dessutom finnas lemningar af träd,

med prickiga stammar eller med stammar försedda med underliga rutor och många ormbunksblad af olika slag.

Men betrakta nu också den mark, som du går på Du skall säkerligen icke behofva söka länge, innan du hittar åtminstone en bit af en sten, hvars utseende erinrar dig om den i fig 47 framstälda växtlemningen. Detta fossil,Med fossil förstår man alla lemningar af nu utdöda växter och djur, som en gång lefvat på jordens yta, af hvad slag dessa lemningar än må vara. *Öfvers:s anm.* som är, så att säga, en afgjutning af ett stycke af en växt, satte länge

Fig. 46. En stenkolsbit med aftryck af ormbunksblad och Calamites.

myror i hufvudet på dem, som första gången funno det. Slutligen hittade dock Mr Binney ett liknande exemplar, som syntes fastvuxet nederst vid stammen på ett slags fossilt träd, som kallas Sigillaria, och härigenom vardt det ådagalagdt, att denna underliga prickade sten utgör ett stycke af en fossil rot eller snarare rotstock, sådan som bådegullvifvan och hvitsippan hafva, och att de små märken eller inskärningar, som finnas på den, utvisa platsen, hvarest en gång rottrådar sprungo ut.

Stora massor af sådana rotstockar med bandlika rötter spridda omkring sig hafva funnits inbäddade i de lager af lera, som kallas *underleran* och som utgöra kollagrets botten. Häraf få vi klart för oss, att denna underlera en gång måste hafva varit den mark, i hvilken de nu förkolade växternas, rötter vaxte. Och du skall bli ännu mer öfvertygad om riktigheten häraf, då du får se, att

Fig. 47. Stigmaria: rot eller underjordisk stam (rotstock) af Sigillaria.

det finnes icke endast *en*, i rak linie löpande stollgång, ur hvilken kol upptagits, men att stollarna grena ut sig åt både höger och venster, och att du öfverallt finner kolet liggande mellan golfvet och taket i gången, liksom smöret i en dubbel smörgås. Detta bevisar, att ett ganska vidsträckt stycke land måste vara betäckt med lemningar af dessa växter, som alla haft sina rötter i *underleran.*

Men hvad är då kolet sjelft? Det är ju sannolikt att, då vi finna rötter nere vid golfvet samt blad och stammar i taket, hela den deremellan liggande kolmängden skall hafva uppkommit af växter, men kunna vi också bevisa detta? Vi skolastrax få se, att det blifvit så pressadt och förändradt derigenom att det varit begrafvet djupt ned i marken, att nästan alla spår af blad blifvit tillintetgjorda, ehuru den, som är van att göra undersökningar med mikroskopet, dock kan se lemningar af växter i tunna kolskifvor.

Men lyckligtvis för oss hafva också hela stycken af växter blifvit bevarade i sjelfva kolbädden. Kommer du ihåg från fjerde kapitlet, att vatten som innehåller kalk kan förstena föremål, d. v. s. låta kalciumkarbonatet korn för korn fylla upp de afdöende fibrerna hos ett djur eller en växt, allt efter som dessa förruttna, samt härigenom bilda ett fullständigt aftryck af föremålet?

Nu har det egendomliga inträffat, att i South Ouram nära Halifax, liksom på flere andra ställen, har kalciumkarbonat sipprat in i kolbädden, innan växterna blifvit förvandlade till kol, och i densamma bildat runda knölar, hvilka likna kanonkulor. När sedan allt det öfriga af växterna förvandlades till kol, funnos dessa runda kulor qvar oförändrade, kristalliserade, och genom att skära tunna genomskinliga skifvor på tvären af en sådan knöl, kunna vi tydligt urskilja blad och stammar och underliga små runda kroppar, hvilka alla tillsammans bilda kolet. Om vi jämföra dessa lemningar af växter med dem, som vi finna på kolbäddens golf och i dess tak, skola vi finna att de sins emellan stämma öfverens, hvilket bevisar att stenkol leder sitt ursprung från växter och från sådana växter, hvilkas rötter vuxit i lergolfvet, under det att deras toppar sträckte sig högt öfver det nuvarande taket på stollgången.

Vår nästa fråga blir: hvad voro då dessa för slags växter? Fins det någonstädes några nu lefvandeväxter, som likna dem? Måhända föreställer du dig, att det ar omöjligt att afgöra den frågan, då man har till sitt förfogande endast några förstenade bitar af de gamla växterna. Men det fins många menniskor, som nedlagt ett helt lifs arbete på att

Fig. 48. Innandömet af en kolboll: *S,* Tvärsnitt af en Sigillariastam. *L,* Tvärsnitt af en stam af Lepidodendron. *L',* Längdsnitt af en stam af Lepidodendron. *l,* Tvärsnitt af en kotte af Lepidodendron. *C,* Tvärsnitt af en stam af Calamites. *c, c, c,* Tvärsnitt och längdsnitt af Calamitesfrukter. *f,* Stam af en ormbunke med delar af dess blad strödda rundt omkring den. De små runda prickarna som finnas kringspridda här och der, äro större sporer, som hafva fallit ut ur frukterna.

undersöka och tolka alla de lemningar, som kunnat anträffas, och ehuru du kanske icke begriper egentligen någonting af hvad som framstalles i fig. 48, hvilken föreställer genomsnittet af en sådan kula, som nyss omnämdes, kan dock en botanist läsa i den lika bra som vi i en bok. Vid *S* och*L* t. ex., der stammarna blifvit afskurna, kan han fullständigt taga reda på, huru de en gång voro bygda inuti, och jemföra dem med stammar af nu lefvande växter, under det att frukterna *c c* och de små sporerna, som ligga strax bredvid dem, berätta sin historia lika tydligt, som om han plockat dem från trädet. På det sättet hafva vi fått veta, hvilka nutida växter kolbäddens växter äro lika, och det skall säkert öfverraska dig att höra, att de stora

Fig. 49. *Selaqinella selaginodes.* — En lummerart, som har två slags sporer.

träden i kolskogarna, af hvilku man funnit exemplar med stammar från tio till femtio fots höjd, nu företrädas på jorden endast af små obetydliga växter, knappast någonsin mer än två fot och ofta icke mer än några tum höga.

Har du någonsin sett den lilla, lummerväxten, hvilken visserligen icke är så särdeles allmän öfverallt i Sverige, men dock icke obekant för den, som något mera ströfvat omkring i skog och mark? I toppenFig. 50. Ett

skogsparti under stenkolspenoden.

af sina grenar uppbär den ett slags kotte, bestående af fjällartade blad; och på insidan af hvart och ett af dessa finnes fäst en liten kapsel, som kallas sporangium och som är full med sporer eller mossfrön, såsom vi kunna kalla dem, ehuru de icke äro fullständigt lika verkliga frön. Hos ett särskild! slags lummerart, med namnet Selaginella, innehålla de kapslar (fig. 49, *B),* som sitta vid kottens undre del, stora sporer *b,* under det att de, som äro fästa nära toppen *(A),* innehålla ett fint stoft *(a).* Dessa sporer äro fylda med harts; och man brukar insamla dem för att använda dem till att åstadkomma blixtar på teatern, emedan de flamma upp högt, om man kastar dem öfver ett ljus.

Nu är denna lilla Selaginella bland nu lefvande växter den, som mest liknar några af de jättelika träd, hvilka växte i kolskogarna. Om du ser på förestående bild af en skog från stenkolsperioden (fig. 50), skall du kanske hafva svårt att tro, att dessa stora träd, som äro täckta med rutformiga märken och hvilka på bilden luta från höger till venster och med sina kronor fylla hela öfre delen af taflan, på något sätt äro beslägtade med den lilla Selaginella. Likvisst har man af dessa träd, i jordlagren närmast ofvanför kolet, funnit grenar, hvilka bära kottar, som visserligen äro större än dem, som finnas på den lilla lummerarten, men för öfrigt alldeles lika med dessa; och, hvad som är mest märkvärdigt, sporerna i dessa kottar äro af precis samma slag som Selaginellas och icke ens större än dessa.

Dessa träd kalla botanisterna för Lepidodendron eller *det fjälliga trädet;* man har funnit talrika exemplar deraf i alla kolgrufvor, t. o. m, en stam, hvars längd uppgick ända till 49 fot.Grenarna voro delade på ett egendomligt, gaffelartadt sätt samt buro kottar i ändarna. Sporerna, som fallit från dessa kottar, har man funnit tillplattade i kolet, och de synas kringspridda här och der i kolbollen på fig. 48.

Ett annat ryktbart träd, som växte i stenkolsskogarna, är det, hvars rot vi funno i marken eller underleran i kolgrufvan. Det har fått namnet *Sigillaria,* emedan hela stammen är betäckt af märken, som äro snarlika aftrycken af ett sigill, och hvilka märken utgöra ärr efter affallna blad. Till venster på teckningen af stenkolsskogen (fig. 50) synas sigillariaträd: de, som hafva den underliga bladbusken i toppen. Dessa trädstammar utgöra en ganska stor del af hela kolmängden, och man har i de öfre lerlagren funnit stycken af barken, hvilka blifvit pressade flata af trycket, i längder af 30, 60, ja ända till 70 fot. Stundom äro barkstyckena icke flata, utan angifva fortfarande stammens rundning och äro fylda med sand. Då de äro mycket tunga, kunna de lätt förorsaka ras och olycksfall, om grufarbetarne icke stötta taket ordentligt. Stigmaria (fig. 47) är roten till Sigillaria och påträffas i lerlagren under kolet. Botanisterna äro icke alldeles säkra på, hvar dessa träd hafva sina frögömmen, men en engelsk vetenskapsman Carruthers tror, att de sitta innanför bladens bas, såsom fallet är hos braxengräset, en liten växt, som finnes på bottnen af våra sjöar.

Men hvad äro dessa rörliknande stänger, som vi funno i stenkolsbiten (fig. 46, *b*)? Dessa äro af stor betydelse, ty de tillhöra en växt, Calamites, hvilken, som vi snart skola få se, hjelpte till att rensa bort jorden från kolet- och hålla den ren. Denna växt var en nära slägting till »räfsvansen»eller Equisetum, som växer i våra träsk; ehuru den naturligtvis, såsom fallet var med den tidens alla växter, var betydligt större, i det att den nådde en höjd af 20 fot, under det att den lilla Equisetum (fig. 51) sällan är högre än en fot och aldrig når mer än 4 fot i nordligare länder, om den också i

Fig. 51. Equisetum eller räfsvans.

det tropiska Syd-Amerika kan bli mycket högre. Men om du någonsin sett den växt, som kallas »räfsvans», så ser du genast, att träden i förgrunden på fig. 50 endast äro en förstorad afbildning af den lilla kärrväxten; frögömmena äro hos båda växterna precis lika.

Dessa stora träd, Lepidodendron, Sigillaria och Calamites, tillika med stora trädartade ormbunkar, äfvensom mindre sådana, äro de vigtigaste växter vi känna från stenkolsskogarna. Det kan vid första påseende förefalla ganska underligt, att de voro så stora, då deras nu lefvande afkomlingar äro så små, men om du ger akt på nu lefvande växter och träd, så märker du, att de nästan allesammans, åtminstone de förnämligare bland dem, bära

blommor, och detta är en stor fördel för dem, emedan det lockar insekter att tillföra dem pollenkorn, som vi sågo i förra kapitlet.

Nu hade Lepidodendronträden och de växter, som lefde samtidigt med dem, inga verkliga blommor, utan endast sådana frögömmen som vi förut omnämt; men då det icke fans några blommande växter på deras tid, och de hade all marken för sig sjelfva, växte de kraftigt och blefvo stora, präktiga träd. Men när blommande växter började finnas, utträngde dessa småningom de gamla jättarna från stenkolsskogarna, så att de krympte och krympte århundrade efter århundrade, tills slutligen deras barnbarns barnbarn tusen generationer senare icke kommo längre än till att lyfta sina små hufvuden på hedar och i träsk för att berätta oss, att de en gång i tiden varit stora.

Och de måste i sanning hafva varit stora och ståtliga i dessa forna dagar, då de växte täta och höga i de ensliga sumpmarkerna, der växter och träd voro de förnämsta inbyggarna. I kolets lerbäddar finna vi intet, som tyder på, att menniskor lefde på den tiden, ej heller lejon eller tigrar; icke ens några foglar, som kunnat flyga mellan trädens grenar, utan i dessa stora skogar rådde en nästan ständig tystnad, endast afbruten när ett jättestortdjur såsom en jätteödla eller groda kom qväkande fram genom träsket eller ett slags gräshoppa knarrade i gräset. Men dessa former af lif voro få och sällsynta i jemförelse med de väldiga träd och de hopsnärjda massor af ormbunkar och vass, som betäckte hela marken eller speglade sig i de stora gölar och sjöar, kring hvilka de växte.

Om du nu fått en föreställning om kolperiodens växter och träd, är tiden inne att fråga, huru det gick till, att dessa växter nedbäddades i jorden och förvandlades till rent kol, i stället för att vissna bort och endast lemna efter sig en blandning af jord och blad?

För att få svar på den frågan måste jag bedja dig i tankarna företaga en annan färd med mig, och nu fara vi tvärs öfver Atlanten till Amerikas kuster och stiga i land vid Norfolk i Virginia, emedan vi der träffa på naturförhållanden, som erinra om träsken i stenkolsskogarna. Trakten rundtomkring Norfolk ligger mycket lågt, är flack och sumpig, och söder om staden, ett godt stycke in i Nord-Carolina, sträcker sig en stor öde sumptrakt, som mäter icke mindre än sex mil i längd och tre och en half mil i bredd. Hela detta område är ett oafbrutet, väldigt moras, öfvervuxet af vattenväxter och träd. Marken är svart; som bläck af gamla nedfallna vissnade löf, gammalt gräs, murknade rötter och stammar, som ligga i den, och så mjuk, att allting skulle sjunka der, om icke de sammanflätade moss-, ormbunks- och andra växtrötterna funnes och bildade ett bärande nätverk. Om du också gräfver dig ned ända till tio eller femton fot, råkar du icke på någonting annat än torf, bildad af qvarlefvor af de växter, som lefvatoch dött der, det ena slägtet efter det andra, samt här och der svarta stammar af kullfallna träd, hvilka småningom blifvit öfvertäckta af döda växter.

Stället är så hemskt, dystert och öfvergifvet, att det går under namn af »Stora skräckträsket», och du förstår nog, att vi här hafva något, som med allt skäl får betraktas såsom början till en kolbädd; ty vi veta, att om torf torkas, blir den fast och brinner utmärkt, samt att den, om den pressas tills den blir riktigt hård och fast, icke är olik stenkol. Om vi då kunna förklara, hur denna torfmosse har hållits fri från jord, blir det lätt att förstå, huru en kolbädd bildats, äfven om de växter och träd, som växa i detta moras, äro helt olika dem, som växte i stenkolshögarna.

Förklaringen är icke svår. Det fins nämligen källådror, som oaflåtligt mynna ut i eller rättare*sila* ut i det stora träsket, kommande från landet vester derom, och hvilka i stället för att medföra slam och grus, som floderna göra till hafvet, här endast medföra rent klart vatten, enär de under långa sträckor silat sig fram genom täta snår af vass, ormbunkar och buskväxter, som växa rundt omkring moraset, och all jord derigenom kommit att afskiljas och lemnas qvar i denna naturliga sil. På det sättet kommer den svampaktiga massan af döda växter att förblifva ren från jordpartiklar, under det att vattnet och skuggan af de täta skogarnas träd hindra blad, stammar m. m. från att genom luftens och solens inflytande förmultna. Så blifva de år efter år döende växternas qvarlefvor rotfäste för nya växter, och torfmossen tilltager allt mera i tjocklek, under det att ett slags reslig gran och andra jättestora växter lefva och dö i de stora, vattendränkta skogarna. Emedande ha sitt fäste i så lös mark, blåsa de lätt omkull och lemna då sina stammar att täckas af mossa och ogräs.

Nu veta vi, att det fans godt om ormbunkar och stora Calamites, som växte tätt i stenkolsskogarna, ty vi finna

deras lemningar öfverallt i lerlagren, så att vi kunna lätt göra oss en föreställning om, hur de täta snår, som bildades af dessa växter, kransade träsken under stenkolsperioden, alldeles som nutidens växter göra med Stora skräckträsket, så att de höllo alla jordpartiklar fjärran och växterna år efter år dogo och bildade ett tjockt lager af torf, som sedermera förvandlades till kol.

Hvad vi dernäst hafva att förklara, är tillkomsten af lerskiffern eller den hårdnade lera, som täcker kolet. Nu veta vi, att jordytan tid efter annan har än höjt sig, än sänkt sig, så att stundom fastlandet sänkts under hafsytan och blifvit sjöbotten, stundom hafsbottnen höjts öfver vattenytan och blifvit fast land. Låt oss antaga, att det Stora skräckträsket hölle på att småningom sjunka, så att hafsvågorna kommo att rulla fram öfver det och gjorde ände på vassen och busksnåren. Då skulle källådrorna från vestern icke längre silas rena från det slam och grus de medföra, utan detta skulle bredas ut som vid delta-bildningarna vid Nilen och Mississippi och bilda ett lager öfver de döda växterna. Du kan lätt fatta, att detta slam skulle komma att i sig dölja många trädstammar och andra växtlemningar, hvilka härledde sig från växter, som qväfdes och dödades, då de begrofvos derunder; och dessa lemningar komme att bevaras liksom dem vi nu finna i taket i stenkolsgrufvornas gångar.

Men ännu återstår det att förklara uppkomsten af den täta sandstenen. Hur har denkommit dit? För att förklara det måste vi antaga, att marken fortsatt att sjunka, tills hafvet täckte hela det ställe, der träsket en gång funnits, och att hafssand då hopades öfver leran samt småningom pressades af tyngden af ny sand, tills den slutligen bildade en fast sandsten, och vår kolbädd blef begrafven allt djupare och djupare i jorden.

När slutligen efter långa tidrymder den tjocka massan sandsten ofvanföre bädden *b* på fig. 45 hade bildats, måste sjunkandet hafva upphört och marken hafva höjt sig något litet, så att hafsvattnet drefs tillbaka; då kommo strömmar och floder att åter föra ned slam och dermed bilda ett nytt lerlager. Dera växte en ny skog upp; ormbunkar, Calamites, Lepidodendron och Sigillaria bildade småningom nya snår, och många hundra fot ofvanom den begrafna kolbädden *b* började en annan bädd af torf och växtämnen samlas för att i sin ordning bilda kolbädden *a*.

Detta är den enkla berättelsen om, huru det stenkol, som vi nu gräfva ut ur jordens inre, en gång lefde som vackra växter på dess yta. Vi kunna icke bestämdt uppgifva alla trakter i Europa, der dessa skogar växte, emedan en del af det kol, som bildades, sedermera förts bort af floder och uppslukats af hafvets vågor, men hvad vi *kunna* säga, är, att öfverallt, der det nu finnes kol i jorden, der måste sådana skogar hafva funnits.

England är det land i Europa, som är rikast på stenkol. Försök att tänka dig, att på östra kusten af Northumberland och Durham, der nu för tiden allting är svart af koldam och nedsotadt af röken från skorstenarna, och der nejden rundt omkring genljuder af bullret från hammare och ångmaskiner, kärror och åkdon, som fara fram ochtillbaka, att der för årtusenden sinom årtusenden sedan i ett öde träsk, beskuggadt af jättestora träd, det ena lagret af växter efter det andra bildades, år efter år, för att en gång blifva det kol, som i våra dagar har så högt värde. I Lancashire, det idoga Lancashire, försiggick samma sak, och äfven upp till Yorkshire och Derbyshire måste hafvet hafva stigit och sköljt en öde strand, hvarest stora skogar täckte en yta af åtminstone 1800 — 2000 qv.-km. (= 16 till 18 qv.-mil). Äfven i Staffordshire, som ligger ungefär i Englands midtpunkt, fiunes ett kolfält, som berättar oss samma historia, under det att i södra Wales de djupa kolgrufvorna och talrika tunnare kollager förtälja oss, hur äfven der för århundraden och åter århundraden sedan skogar måste hafva grönskat och försvunnit under hafvets sand den ena gången efter den andra.

Men hvad är det som har förvandlat dessa bäddar af döda växter till en hård svart sten? Först måste du betänka, att de hafva pressats under den oerhörda tyngden af klippor och jord ofvanför dem. Blott och bart af våra vanliga blyertspennor kunna vi lära något med afseende på denna sak. En gång gräfdes *grafiten* eller rent kol, hvaraf våra blyertspennor äro gjorda, ut ur jorden i större stycken. Men nu har så mycket grafit förbrukats, att man är nödsakad uppsamla grafitstoft och pressa det under en tung vigt för att derigenom bilda stora fasta stycken, af hvilka man skär ut stänger för vanliga pennor.

Det tryck vi kunna åstadkomma med maskiner är imellertid oändligt ringa i jemförelse med trycket af dessa

hundratals fot fast klippa, som ligga ofvanpå kolbäddarna, och hvilka hafva pressat dem under tusentals, ja, kanske millionals år;dessutom veta vi, att jorden i sitt inre är delvis ganska varm, och många af de berg, i hvilka kol funnits, hafva undergått förändringar genom värmens inverkan. Derför kunna vi lätt tänka oss, att kolet icke endast hoppackades till en fast massa, utan att också den olja och de gaser, som bladen inneslöto, drefvos ut af hettan, och alltsammans liksom. gräddades såsom i en bakugn till en enda likartad massa. Skilnaden mellan kol, som brinner med liflig låga, och kol, som brinner endast under glödning, ligger hufvudsakligen deri, att det ena blifvit mera upphettadt och pressadt än det andra. Kol, som brinner med klar låga, har ännu qvar i sig tjära, gas och olika slags oljor, som växten samlade i sina blad, och då dessa ämnen åter frigöras, gifva de tillbaka solstrålarna i form af en klar låga. Det hårdare slaget stenkol (antracit) har deremot förlorat en stor del af dessa oljor, och endast kol fins qvar, hvilket griper luftens syre och brinner utan låga. Cokes är rent kol, som vi frambringa genom att drifva ut oljorna och gasen ur kolet. Den gas, vi bränna i våra gaslågor, är en del af den gas, som drifvits ut.

Du kan lätt tillverka litet kolgas när som helst. Tag en tobakspipa och fyll piphufvudet med litet pulveriseradt stenkol samt kitta till dess mynning med litet vanlig lera. Om du sedan låter piphufvudet stå öfver en spritlåga, tills det blir starkt upphettadt, utdrifves gasen genom pipans munstycke och antändes lätt (fig. 52). Det är på det sättet, som all vår gas tillverkas, endast med den skilnaden, att man använder stora jern-cylindrar att upphetta kolet i och leder gasen till stora plåtcisterner, i hvilka den förvaras, tills vi behöfva den.Du kanske icke med ens förstår, hur kol kan innehålla så mycket tjära, olja och gaser; men tänk på, hur mycket sådana ämnen finnes i växter, särskildt i fröna! Tänk på mandelolja, lavendelolja, nejlike-, kummin- och terpentinoljan, som vi erhålla ur tallar och hvaraf tjära göres. Om du tänker på dessa och kanske flere oljor, äfvensom på huru sporerna af lummerarterna innehålla stora mängder likartade oljor, kan du lätt föreställa dig, att de stora massor stenkolsväxter, hvilka blandats

Fig. 52.

tillhopa och sammanpressats, skola kunna gifva ifrån sig olja i stor mängd, hvilken, då den upphettas, öfvergår till gas. Du kan sjelf i en kolbrasa se tjärdroppar sippra ut och bilda svarta bubblor, hvilka brista och brinna. Det är af sådan tjära som James Young först tillverkade den fotogen, som vi bränna i våra lampor, och benzolen härleder sig från samma ämne.

Af benzolen åter erhålla vi en vätska, kallad anilin, af hvilken så många vackra färger göras, såsom anilinrödt, anilinblått, anilinviolett m. m., och — hvad som väl synes dig ännumärkvärdigare — drops-karameller och många andra sötsaker, som smaka bra i barnamunnar, pläga allmänt kryddas med essenser, som äro tillverkade af stenkolstjära. Sålunda erhålla vi af stenkolen icke allenast nästan all konstgjord värme och nästan allt konstgjordt ljus, utan ock vackra färger och välsmakande saker. Vi hafva nyss nämnt, att stenkolsverldens växter saknade blommor, och dock se vi, att långt, långt efter deras död gifva de oss färger i många skiftningar, så praktfulla, som någonsin nutidens växtverld har att bjuda på.

Det är i sjelfva verket icke litet vi hafva dessa växter att tacka för, som lefde för så ofantligt länge sedan! Om de kunnat tänka, skulle de kanske tyckt, att de icke vore till synnerligt stor nytta här i verlden. De hade inga täcka blommor, och ingen fans som kunde beundra deras vackra gröna löfverk, med undantag af qväkande reptilier och små syrsor och gräshoppor; och allesammans lefde och dogo de på en och samma fläck, slägte efter slägte, utan att tyckas uträtta något godt för något eller någon. Sedan blefvo de begrafna i jordens inre, der ingen kunde se dem, och der pressades de samman, så att allt hvad de egt af skapnad eller skönhet gick förloradt, samt förvandlades till svart, hårdt kol. Så lågo de århundrade efter århundrade, årtusende efter årtusende, och ändock tycktes ingen bekymra sig om dem.

Slutligen en dag, då menniskan redan länge hade lefvat på jorden och bränt ved för att få eld, och så småningom kommit att bränna upp träden i skogarna, upptäcktes det, att denna svarta sten kunde brinna, och från den tiden har stenkol för hvarje dag blifvit allt mer och mer till gagn. Derförutan skulle vi icke blott saknat bränsle i vårabostäder och ljus på våra gator, då träden i våra skogar tagit slut; men utan stenkol skulle det också i många

länder varit omöjligt att smälta jernmalmen i så stora mängder som nu. Det fins exempel på den saken i Sussex i England. Der i trakten är det mycket godt om jernmalm, och så länge der fans god tillgång på skog till bränsle, funnos der också åtskilliga smältugnar i verksamhet, men de förföllo så småningom, och år 1809 upphörde den sista af dem. Nu ligger jernet alltså oanvändt der, endast af brist på kol, under det att i andra Englands provinser, der jernmalmsfyndigheterna äro belägna på kortare afstånd från kolgrufvorna, stora massor jern smältas och bearbetas för hvar dag som går.

Utan stenkol skulle vi ej heller kunna hafva några ångmaskiner och följaktligen inga af de stora anläggningar, som nu finnas för tillverkning af bomulls- och linneväfnader eller några fabriker för stålvaror. Ja, nästan hvarenda sak, som vi i vårt hvardagslif begagna, skulle endast med svårighet kunna tillverkas och endast i små qvantiteter; och om vi också skulle kunnat tillverka dem, skulle vi omöjligen kunnat sända dem så snabbt öfver hela verlden, om det icke funnes stenkol, ty då skulle vi icke hafva några jernvägar och inga ångfartyg, utan hade måst fortskaffa alla varor på kanaler och på långsamma segelfartyg. För att göra en resa, som nu räcker några timmar, skulle vi behöft dagar, och för att komma till en annan verldsdel skulle det behöfvas månader.

Följaktligen skulle utan stenkol menniskorna i allmänhet hafva varit långt fattigare än nu. Utan några större industriella anläggningar och fabriker skulle de nästan alla hafva måst lefva

hufvudsakligen på att upparbeta jorden, och då en hvar måste anstränga sig för sitt dagliga bröd, skulle det varit mycket mindre tid och tillfälle till att lära sig något om vetenskap eller litteratur eller historia, och det skulle varit mycket svårare att förskaffa sig något af lifvets glädje och beqvämlighet.

Vi kunna derför med allt skäl säga, att dessa växter och träd, som lefde för årtusenden sedan, och hvilka syntes vara af intet gagn, hafva uträttat och uträtta fortfarande mycket för oss. Det fins många, som klaga öfver att lifvet ingenting är värdt, att de icke kunna se något gagn af någonting, och att det icke tyckes finnas någonting särskildt för dem att uträtta. Jag skulle vilja råda sådana menniskor, vare sig de äro vuxna eller barn, att läsa historien om växterna, som blefvo kol. Icke sågo de något gagn af sin egen korta tillvaro, de endast lefde och njöto af solskenet, fylde sitt värf och voro nöjda. Och nu, sedan tusenden, ja sannolikt millioner år förflutit från det de lefde och dogo, har England dem att tacka för sin storhet, sin rikedom och sin makt, och hela verlden har för en stor del af den lycka och beqvämlighet, som den njuter, att tacka de solstrålar, som dessa växter väfde in i sig.

Dessa frigöras och fram stråla ånyo i våra kaminer, i våra strålande ljus och i våra maskiner samt uträtta större delen af allt det arbete, vi åstadkomma, och de lära oss sålunda, att allt, som fins, en uppgift fått: ej minsta lif förintas kan, nej, *intet* i ett intet svann, ty Gud har bygt: Hans verk bestått.

*

NIONDE KAPITLET.

Bina i bikupan.

I detta kapitel vill jag bedja dig följa mig på besök i en af de underbaraste städer i verlden. Det är en stad utan några menskliga innevånare, och dock är den så tätt befolkad, att den kan rymma fråntjugu tusen till sextio tusen bebyggare. Du kan der finna gator, men ingen stenläggning, ty innevånarna promenera på husväggarna; och på sjelfva husen kan du icke se några fönster, ty hvarje hus är endast så stort att det kan rymma sin egare, och dörren är den enda öppningen derpå. Ehuru husen icke äro uppförda af menniskohand, äro de mycket noggrant och regelbundet bygda i rader ofvanför hvarandra; och här och der tilldrager sig ett och annat kungligt palats, större och rymligare än de öfriga byggningarna, särskild uppmärksamhet, helst som de äro förlagda i gathörnen och således på en mera i ögonen fallande plats.

Somliga af de vanliga husen begagnas att bo i, medan andra deremot tjena som förrådshus, hvarest under sommaren insamlas föda för vinterns behof, då innevånarna icke få begifva sig utanför stadsmurarna. Dermed menas icke, att stadsportarna hållas stängda; detta är icke behöfligt, emedan i denna underbara stad hvarje medborgare lyder lagarna, går ut endast då det är lämpligt att gå ut, kommer hem i laga tid och håller sig inom hus, när det är hans eller hennes skyldighet. Och under vintern, när det är mycket kallt utomhus, hålla innebyggarne, som icke hafva några eldbrasor, sig varma inom stadens område genom att skocka sig tätt tillsammans och våga sig då aldrig utom dörrarna.

En enda drottning regerar hela denna talrika befolkning, och du kanske nu tager för afgjordt, att eftersom hon har så många undersåtar, färdiga att arbeta för henne och passa upp henne, hon icke skulle taga befattning med något annat, utan blott roa sig. Tvärt om: sjelf lyder hon också de lagar, hon fått sig föreskrifna till efterlefnad, ochaldrig, utom vid ett eller annat högtidligt tillfälle, lemnar hon staden, utan arbetar lika ifrigt som alla andra på skötandet af sina kungliga åligganden.

Från solens uppgång till dess nedgång herskar lif, rörelse och brådska i denna flitiga stad, så ofta det är vackert väder. Fastän portarna äro så trånga, att två af innevånarna med knapp nöd kunna komma förbi hvarandra, när de mötas der, gå likväl tusenden ut och in igenom dem hvarje timme på dagen; några föra med sig byggnadsämne för nya hus, andra föda och lifsmedel för vintern; och medan allt ser ut som förvirring och oreda i detta brådskande rörliga vimmel, har dock hvar och en sitt bestämda arbete att sköta, och en bestämd ordning råder öfver det hela. Äfven om du icke redan af öfverskriften på kapitlet viste, hvilken stad jag här har beskrifvit, skulle du nog kunna gissa att det är en bikupa. Ty hvar — om vi dock undantaga myrstacken — kunde vi väl i hela verlden för öfrigt uppleta ett så verksamt, så flitigt eller så ordnadt samhälle som bland bina? För mer än hundra år sedan företog sig en blind naturforskare, François Huber, att studera dessa underbara insekters vanor, och med sin hustrus och en betjents hjelp lyckades han utforska största delen af deras hemligheter. Före hans tid hade alla naturforskare misslyckats vid sina undersökningar af bina, emedan dessa, då de insattes i kupor med glasfönster, murade till fönsterrutorna med murbruk, innan de började arbeta, derför att de ej tycka om dagsljuset. Men Huber uppfann en kupa, som han efter behag kunde öppna och tillsluta; han satte inuti denna en glaskupa, och på det sättet kunde han öfverraska bina, medan de arbetade. Tack vare hans undersökningar och andranaturvetenskapsmäns, som följt honom i spåren, känner man numera till dessa djurs hemvanor i det närmaste lika väl som vi känna våra egna; och om vi nu redogöra för uppbyggandet af en bistad och dess innebyggares lif, tror jag du skall nödgas erkänna, att de bilda ett underbart samhälle och att det är en stor artighet vi säga en person, när vi om honom eller henne begagna uttrycket: »flitig som ett bi».

För att imellertid börja från början, vilja vi antaga, att vi en vacker majmorgon, när solen strålar klart öfver våra hufvuden, promenera i en landtlig trädgård och att vi få se någonting svart, som liknar en pudding, hänga ned från grenen på ett äpleträd. Om vi gå närmare, finna vi dock, att det är en stor klunga eller svärm af bin, som med benen klänga sig fast vid hvarandra, så att hvarje bi med sina två framben hakat sig fast vid de två bakbenen på ett ofvanför sittande. På detta sätt kunna ända till 20,000 bin hänga tillhopa med hvarandra, och dock hänga de så fritt, att till och med ett bi, som befinner sig i svärmens midt, kan när som helst lösgöra sig från sina grannar och bana sig väg till klungans yttersida.

Om dessa bin lemnades åt sig sjelfva, skulle de snart nog söka ut åt sig en boningsplats i ett ihåligt träd eller under något hustak eller annorstädes i någon hålighet och der börja bygga sin honungskaka. Men då vi icke vilja mista deras honung, skaffa vi oss en kupa och hålla denna under svärmen samt skaka varligt grenen, så att bina falla ned deri och haka sig fast vid sidorna, när vi hvälfva den öfver en linnenäsduk, utbredd öfver det ställe, på hvilket kupan skall stå.

Och låt oss nu antaga, att vi skulle kunnaöfvervaka, hvad som försiggår i kupan. Innan ännu fem minuter hafva förgått, ha de flitiga små insekterna börjat sprida sig och göra anordningar i sitt nya hem. En flock (vid pass tre hundra eller så omkring) stora, oviga bin af mörkare färg än de öfriga ströfva visserligen utan bestämdt mål omkring i kupan och vänta på att de andra skola skaffa dem mat och ställa i ordning bo åt dem; men dessa äro

drönarne eller hanarne (n:r 3 på flg. 53), som aldrig uträtta något arbete utom under två eller tre dagar i sitt lif. Men de mindre,

Fig. 53. 1. Arbetsbi. 2. Bidrottning eller vise. 3. Drönare.

arbetsbina, börja genast att flitigt taga i tu med arbetet. Somliga flyga bort på spaning efter honung. Andra vandra uppmärksamt rundt omkring kupans inre väggar för att se efter, om der finnas några springor; och om sådana förekomma, begifva de sig bort till hästkastanjer, popplar, stockrosor eller andra växter, som hafva hartsrika, klibbiga bladknoppar, och samla ett slags kåda, som kallas »kittvax», med hvilket de tillmura springorna och göra dem lufttäta. Ännu andra, skocka sig rundt omkring ett bi (h:r 2 på fig. 53), som är svartare än de öfriga och har längre kropp samt kortare vingar; ty detta är bidrottningen, kupans moder, och hon måste uppvaktas och vårdas.Men de flesta börja hänga som i en klase ned från taket, just på samma sätt som de gjorde, när de hängde vid äpleträdsgrenen. Hvad göra de der? Vänta blott litet, och du skall snart få se, att ett bi skiljer sig från sina kamrater och sätter sig högst upp i spetsen af bikupans insida och vänder sig oupphörligt rundt omkring, liksom för att skjuta undan de andra bina och skaffa sig en fläck ledig, der hon kan arbeta. När detta är gjordt, börjar

Fig. 54 Vaxkaka med cellbottnar, nedhängande från kupans takbjelke.

hon med sina framben hacka på bakkroppens undersida och får så fram en flaka vax ur ett slags besynnerlig ficka, som befinner sig under hennes bakkropp. Detta vax håller hon fast med sina fötter och biter det med sina hårda spetsiga öfverkäkar, hvilka röra sig åt båda sidorna, utåt och inåt, som en tång; sedan väter hon det med sin tunga, tills det blir som ett slags deg, hvarpå hon kan draga ut det som ett band och klibba fast det öfverst i toppen af kupan. Härefter kommer turen till ett annat vaxflak; ty hon har åtta sådana små vaxfickor och brukar fortsätta, tills deallesammans äro tömda. Då flyger hon bort ur kupan, och efter henne sitter en liten vaxklump qvar i taket på kupan eller på den trälist, som går der igenom. Så intages hennes plats af ett annat bi, som förfar allt igenom på samma sätt. Detta bi efterföljes af ett annat, detta af ett annat och så vidare, tills en stor vaxvägg blifvit uppbygd, som hänger ned från tvärslån i bikupans tak liksom i fig. 54, endast med den skilnaden, att cellerna icke äro med ens utmärkta deri.

Imellertid börja de bin, som varit ute för att insamla honung, att komma tillbaka med sina bördor. Men de kunna icke lägga upp sin honung, ty inga celler finnas ännu att förvara den i; ej heller kunna de tillsammans med de andra bygga kakor, ty de hafva intet vax i sina vaxfickor. Derför sätta de sig tillsammans i en klunga och förblifva på det viset orörliga i tjugufyra timmar, under hvilken tid de smälta den hopsamlade honungen, hvarvid en del deraf blir till vax och sipprar ut under buksegmentens ränder. Sedan äro de färdiga att förena sig med de andra om arbetet och klena fast vax till kupans fullbordande.

Och när nu en vaxklump är färdig, öfvertages arbetet af en ny biskara. Dessa kallas *biammor,* emedan de tillreda cellerna och mata ungarna. Ett af dessa bin tager plats i kupans tak och börjar borra in sitt hufvud i vaxet, under det hon biter med käkarna och vrider hufvudet fram och åter. Snart har hon också gjort början till ett rundt hål, derifrån öfvergår hon till att göra ett annat, medan ett andra bi tager det förras plats och utvidgar den första urhålkningen. Ända till tjugu bin kunna på detta sätt aflösa hvarandra vid hvart hål, innan det blifvit vidt nog till att tjena som cellbotten.Under tiden har en annan flock biammor arbetat på alldeles samma sätt på motsatta sidan af vaxkakan, och sålunda åstadkommes öfver hela kakan en mängd urhålkningar, som stå med ryggarna mot hvarandra. Derpå bilda bina cellväggarna, och snart äro en mängd sexsidiga rör färdiga, vid pass 1 eller 1 ¼ centimeter djupa samt uppradade på bägge sidorna af kakan, färdiga att mottaga honung eller biägg.

Fig. 55. *B* visai i midten den tillslutna bottnen på en cell, som passar in i mellanrummet mellan de tre tillslutna cellerna i *A,* medan åter dessa tre cellers bottnar passa in i tomrummen i B; cd visar cellerna, sedda från sidan

På *cd* i ofvanstående fig. 55 kan du se, huru dessa celler se ut och huru tätt de aro slutna intill hvarandra. Äfven ändarna af cellerna ha en sådan form, att då bottnarna af två celler möta hvarandra, den ena cellens botten (B, fig. 55) passar in i mellanrummet mellan bottnarna af tre motstående celler (A. fig. 55), medan på samma gång dessa

tre senare sluta tätt omkring den förra. Efter denna plan fylla de kloka små bina hvarje tumsbredd af kupans utrymme, begagna härför minsta möjliga mängd vax och foga cellerna så tätt tillsammans, att hela kakan hålles varm, när ungarna befinna sig i den samma.Somliga arter af bin lefva icke i kupor, utan hvarje bi bygger sitt eget bo. Dessa bin — t. ex. tapetserarbiet, som gräfver ett hål i jorden och bekläder dess väggar med blommor och blad, och murarbiet, som bygger i murar, bygga icke sexsidiga celler, utan runda, ty för dem ställer utrymmet inga hinder. Deremot har naturen småningom lärt det lilla kupbiet att bygga sina. celler allt tätare tillhopa, till dess de fullkomligt passa in i hvarandra. Om du i ett mjukt ämne borrar en mängd runda hål tätt intill hvarandra och sedan pressar massan så, att den på alla sidor utsättes för lika tryck, komma hålen att efter hand antaga sexsidig form, hvilket utvisar att detta är den trängsta form, i hvilken de kunna sammanträngas. Ehuru bina icke kunna veta detta, åstadkomma de dock just sexsidiga urhålkningar, då de gnaga bort hvarje vaxsmula, som kan undvaras.

Så fort en kaka är fullbordad, börja bina en ny vid sidan af denna och lemna endast en smal gångstig emellan, nätt och jemt så bred, att två bin kunna komma fram, då de gå med ryggarna mot hvarandra, och så fortgår arbetet, tills kupan är full af kakor.

Så snart en längd af vid pass sex tum af den första kakan blifvit försedd med celler, fortsätta dock icke de bin, som hemta honungen, vidare med att stillasittande omsätta den till vax, utan börja då samla den i cellerna. Vi veta alla, hvar bina hemta sin honung, och huru ett bi, när det sätter sig på en blomma, sticker ned i henne sin smala tunglika proboscis, som egentligen är en förlängd underläpp, och suger ut honungsdroppen. Denna sväljer biet, så till vida som det förpassar den genom sin strupe ned i den s. k. honungsmagen ellerförsta magen, hvilken ligger mellan strupen och den egentliga magen; men när det åter kommer till kupan, kan det tömma denna honungsmage och åter uppstöta honungen samt utspotta den i honungscellerna.

Men om du omsorgsfullt ger akt på bina, särskildt vårtiden, skall du finna, att de föra med sig någonting annat jemte honungen. Bittida på morgonen, när ännu daggen ligger qvar på marken, eller längre fram på dagen, på fuktiga, skuggiga ställen, kan du få se bin, som gnida mot en blomma eller sönderbita dessa påsar med gult stoft eller pollen, som vi i sjunde kapitlet omnämnde. När biet pudrat in sig med pollen, borstar det åter af sig frömjölet med sina fötter och för det till sin mun, der det fuktas och knådas till en liten boll, hvarpå det öfverflyttas från första benparet till det andra, derifrån till det tredje och bakersta paret. Här instoppas det i en liten, med hår kantad fördjupning, kallad »korgen». Denna »korg», som befinner sig på det bakersta benparets skenben, ser ut som en svullnad, hvilket du sjelf kan iakttaga, när biet flyger omkring bland blommorna. Ofta fyller det bägge bakbenen på detta sätt, och när det återkommer till kupan, befria biammorna det från dessa klumpar och äta antingen sjelfva upp dem eller blanda dem med honung till mat åt ungarna; eller om de hafva mer än de behöfva, förvaras det i gamla honungsceller för kommande behof. Denna blandning är det s. k. »bibrödet», ett svartaktigt, beskt ämne, som ofta påträffas i honungskakor, i synnerhet i sådana som blifvit fylda på sensommaren.

När biet blifvit befriadt från bibrödet, går det till en af de tomma cellerna i den nya kakan, ställer sig på kanten och uppstöter honungen frånhonungsmagen samt tömmer den i cellen. En cell rymmer innehållet af många honungsmagar, och derför ha också de flitiga små arbetarne brådtom hela dagen med att fylla cell efter cell. Här ligger honungen obetäckt — den är allt för tjock och klibbig för att rinna ut — och anlitas till den dagliga bespisningen, så framt den icke kan afläggas för framtiden, i hvilket fall cellerna tillstängas med vax öfver vintern.

En dag eller två efter sedan bina inqvarterat sig i kupan börjar imellertid bidrottningen visa sig särdeles orolig. Hon beger sig ut ur kupan och fladdrar omkring en stund, men kommer sedan tillbaka igen, och ehuru bina vanligtvis hålla noga reda på henne för att hålla henne inomhus, låta de henne dock nu göra som hon sjelf finner för godt. Hon gör ånyo en utflykt och kommer äfven nu tillbaka, men slutligen höjer hon sig i luften och flyger bort. Men ensam får hon icke gifva sig af. Alla bikupans drönare flyga efter henne och bilda en hedersvakt, som följer henne, hvart hon tar vägen. Inom en halftimme eller så omkring återkommer hon, och då samla sig alla

arbetsbina omkring henne, väl vetande, att hon numera kommer att helt lugnt stanna qvar i kupan och helt och hållet egna sig åt att lägga ägg: det är nemligen bidrottningen, som lägger alla äggen i kupan. Detta börjar hon med omkring två dagar efter sin utflykt. Nu äro, utom dem, som äro fylda med honung, många andra celler färdiga; och uppvaktad af en skara bin går bidrottningen till en af dessa, sticker in sitt hufvud i den och förblifver ett ögonblick i denna ställning, liksom undersökte hon, om den duger till bostad åt det unga biet. När honsedan kommer ut, vänder hon sig om och lägger ett litet ovalt, blåhvitt ägg i cellen. Derefter bryr hon sig icke vidare om det, utan går till nästa cell och derpå till en annan samt förfar der på samma sätt och lägger sålunda ägg i alla de tomma cellerna på ömse sidor om kakan. Hon går dervid så raskt till väga, att hon ibland lägger ända till tre tusen ägg på en och samma dag.

Och nu börja biammorna få sysselsättning. På två eller tre dagar har hvarje ägg utvecklat sig till en liten mask eller larv, och biammorna införa i dess cell en blandning af frömjöl och honung, som de hafva tillredt i sina egna munnar och i hvilken larven får ligga. Inom fem eller sex dagar blir larven så fet och frodig häraf, att han nära på fyller hela cellen, och då försegla bina cellens mynning med ett tunt vaxlager, gjordt af små ringar men med en liten öppning i midten.

Så snart larven är instängd, börjar den från sin underläpp afsöndra en hvitaktig, silkesartad hinna, sammansatt af tvänne sammanklibbade silkestrådar, och med denna spinner den rundt omkring sig ett öfverdrag eller en kokong, och så förblifver den stillaliggande i vid pass tio dagar till. Slutligen, inom en tid af inemot tre veckor efter sedan ägget lagts, är det unga biet fullt utbildadt och ligger då i cellen så, som synes af fig. 56, samt börjar äta sig ut genom kokongen och vaxlocket och klättrar så ut ur cellen. Strax infinna sig ånyo ammorna, stryka dess vingar och mata det under tjugufyra timmar, hvarefter det är fullfärdigt att sjelf börja deltaga i arbetet och flyger ut för att samla honung och frömjöl alldeles som de andra arbetsbina.

Nu har antalet af de i kupan befintligaarbetsbina vuxit betydligt, och samlandet af honung och frömjöl bedrifves med stor raskhet. Äfven de tomma cellerna, som utrymts af de unga bina, rengöras af ammorna och fyllas med honung; och denna honung är mörkare än den som förvaras i de rena cellerna, hvarför den senare kallas »jungfruhonung», emedan den är så klar och genomskinlig.

Fig. 56. Ett stycke af en vaxkaka med puppor eller unga bin, *pp,* i cellerna. — *q* en vise-cell.

Efter sex veckor upphör slutligen bidrottningen att lägga arbetsbiägg och börjar nu, i vissa, något större celler, lägga ägg, ur hvilka drönare eller hanbin skola utvecklas på 24—26 dagar. Under tiden hafva arbetsbina vid kakornas ena kant upphängt

några högst besynnerliga päronlika celler (q fig. 56), med mynning lodrätt nedåt, och omkring hvar tredje dag gör drottningen ett uppehåll med att lägga drönarägg och lägger då ett ägg i en af dessa celler. Märk väl, att hon låter tre dagar gå mellan hvarje gång hon lägger ett vise-ägg, ty det finnes — som vi strax skola få se — ett ganska naturligt skäl för henne att göra på det sättet.

Biammorna egna dessa ägg en särskild omvårdnad, och i stället för att förse cellen med den vanliga födan, fylla de den med en söt, skarp, geléaktig vätska, ty denna larv skall med tiden blifva en prinsessa och i sin ordning drottning eller vise. Besynnerligt nog tycks det, som vore det denna särskilda slags näring och cellens storlek som är orsaken, att denna larv utvecklas till en bimoder, som kan lägga ägg, ty i händelse en kupa har den oturen att förlora sin drottning, taga bina en vanlig arbetsbi-larv och lägga denna i en kunglig cell samt föda den med det nyss omnämda geléet, och då blir af denna en vise. Så snart prinsessan likasom de andra blifvit instängd, börjar hon spinna sin kokong, men låter den icke, såsom de öfriga bina, sluta helt och hållet till, utan lemnar en öppning upptill.

Sexton dagar efter det första kungliga äggets läggande börjar äldsta prinsessan försöka äta sig ut ur sin cell, och vid ungefär samma tid blir den gamla drottningen mycket orolig och kryper förvirrad omkring i kupan. Orsaken härtill är den, att det aldrig samtidigt kan vara två visar i samma kupa, och drottningen vet, att hennes dotter snart skall komma ut ur sin vagga och skall försöka afsätta henne från regeringen. Som hon icke önskar strida för sitt

rike, besluter hon sig för att söka sigett nytt hem och taga med sig en del af sina undersåtar. Om du vid denna tidpunkt ger akt på kupan, skall du också finna hoptals af bin skocka sig tillsammans, sedan de gjort sin honungsinsamling. Dessa bin hänga då tåligt väntande för att hafva tillräckligt förråd med vax i ordning för sitt behof när de ge sig af, under det visen håller skarp utkik, om det icke skall yppa sig en klar solig dag, på hvilken de kunna svärma; ty bin svärma aldrig en regnig eller mulen dag, om de möjligtvis kunna slippa, och vi kunna lätt förstå hvarför, när vi betänka, hur regnet skulle besvära deras vingar och förstöra vaxet under deras kroppar.

Under tiden blir den unga prinsessan mycket otålig och försöker komma ut ur sin cell, men arbetsbina mota henne tillbaka, ty de veta, att det skulle blifva en förskräcklig strid af, om de två drottningarna träffades. Derför täppa de till hålet, som hon har gjort, med nytt vax, sedan de instuckit åt henne litet mat att lefva på, tills hon blir utsläppt.

Slutligen inträffar en lämplig dag, och vid tio- eller elfvatiden på förmiddagen lemnar den gamla drottningen kupan samt tager då med sig några hundra drönare och från tolf till tjugu tusen arbetsbin, hvilka skocka sig omkring henne och flyga ett stycke bort, tills hon råkar på någon trädgren, hvarvid de bilda en kompakt svärm, färdig för en ny kupa eller att söka sig ett eget hem.

Vi lemna dem nu och återvända till den gamla kupan. Här herskar den befriade prinsessan i all sin glans; arbetsbina skocka sig omkring henne, uppvakta henne och mata henne, som om de icke visste hvad de skulle taga sig till för att visa henne nog hyllning. Men ännu ärhon icke nöjd. Hon är orolig och springer omkring, som om hon sökte en fiende, och försöker komma åt de öfriga kungliga cellerna, der de andra unga prinsessorna äro instäugda. Men arbetsbina vilja icke låta henne komma när dem, och slutligen står hon stilla och börjar slå i luften med sina vingar samt darra öfver hela kroppen. Allt hastigare och hastigare bli hennes rörelser, tills hon ändtligen frambringar ett högt pipande ljud, som låter ungefär som: »tyt, tyt».

Hör! Hvad är det för en ton, liknande ett »kvak, kvak», som besvarar hennes? Det är ett lågt, hest ljud och kommer från den näst äldsta prinsessans cell. Nu se vi, hvarför den unga drottningen varit så orolig. Hon vet, att hennes syster snart skall komma ut, och ju högre och starkare ljudet i cellen blifver, dess förr vet hon att striden skall börja. Och så besluter hon sig att följa moderns exempel och ställa sig i spetsen för en andra svärm. Men hon kan icke alltid invänta en vacker dag, ty hennes syster växer mycket hastigt och kan komma ut ur cellen, innan hon är borta. Och så gör sig den andra eller eftersvärmen i ordning och flyger sin väg. Och detta förklarar, hvarför prinsess-äggen läggas med några dagars mellantid, ty om de lades alla på samma dag, skulle det icke bli tid för en prinsessa att hinna undan med en svärm, innan den andra komme ut ur sin cell, Ibland, när arbetsbina icke äro vaksamma nog, kunna de två drottningarna råkas, och då blir det strid af, tills den ena är dödad; ibland kan det också hända, att båda begifva sig af med samma svärm utan att hitta på hvarandra. Men detta endast uppskjuter striden, tills de komma i den nya kupan; förr eller senare måste endera blifva dödad.Och nu börjar en tredje drottning regera i den gamla kupan, och hon är lika orolig som någon af de föregående, ty ännu flera prinsessor kunna väntas. Men om numera ingen ny svärm är redo att utrymma kupan, bry sig icke arbetsbina vidare om att beskydda de kungliga cellerna. Den unga drottningen slår ned på den hon först får sigte på, gnager hål på den med sina käkar, sticker in gadden genom hålet i kokongen och dödar det unga biet, medan det ännu är en fånge. Derpå går hon till nästa cell och så till den dernäst och slutar icke, förrän alla de unga prinsessorna äro aflifvade. Då är hon nöjd, ty nu vet hon att ingen annan skall störta henne från tronen. Några dagar derefter flyger hon bort med drönarna och kommer hem för att slå sig i ro i kupan för vintern. Då försiggår ett mycket egendomligt uppträde. Drönarna äro icke vidare af någon nytta, då drottningen icke mera ämnar flyga ut, och dessa lata bin bruka aldrig förrätta något arbete i kupan. Derför börja arbetsbina döda dem; de öfverfalla dera och sticka ihjäl dem. Som drönarna icke hafva några gaddar, kunna de icke försvara sig, och inom några få dagar fins icke en drönare, ja, icke ett drönarägg, qvar i kupan. Detta mördande förefaller oss visserligen mycket upprörande, då de stackars drönarna aldrig hafva gjort något ondt och blott hafva det felet att vara ohjelpligt lata. Men det blir mindre upprörande, när vi veta, att de icke skulle kunna lefva många veckor, äfven om de icke blefve mördade, och att bina, när vintern kommer, icke kunna ha råd att mätta så många öfverflödiga munnar, hvarför en hastig död förmodligen för dem är lyckligare än hungersdöden.

Och nu göra sig bikupans qvarvarandeinnevånare i ordning att föda de unga bina och lägga in vinterförråd. Det är nu vi komma att taga deras honung, som de med arbete och möda samlat. Men i stället måste vi ofta ge dem föda i ersättning, till exempel sirap på senhösten och förvåren, när de icke kunna finna några blommor.

Ehuru kupan nu är jemförelsevis lugn och arbetet skötes utan hetsighet, har dock hvarje särskildt bi sin sysselsättning antingen utomhus eller i kupan. Utom honungssamlarna och biammorna har ett visst antal bin till sin uppgift att vädra kupan. Du kan lätt förstå, att när så många insekter äro så tätt hoppackade, hettan skall blifva ganska betydlig och luften oren och ohelsosam. Och bina hafva inga fönster som de kunna öppna för att släppa in frisk luft, så att de äro nödsakade att fläkta in den från den enda befintliga öppningen vid ingången till kupan. Sättet, hvarpå de göra detta, är mycket intressant. Några af bina stå nära ingången med hufvudena vända mot denna och slå ut med vingarna som solfjädrar samt vifta med dem fram och tillbaka, så att härigenom en luftström uppstår. Bakom dessa bin och kringspridda på kupans golf stå andra, men dessa med ryggen mot ingången, och fläkta på samma sätt, och sålunda kringföres luften i kupans alla gångar. Andra bin städa cellerna, sedan de unga bina äro utkläckta, och ställa dem i ordning till att mottaga honung, medan åter andra hålla vakt vid kupans ingång för att utestänga den förderfliga vaxmalen, som gerna vill lägga sina ägg i kakan, för att dess ungar skola få lefva på honungen. Allt arbetsamt folk får lof att akta sin egendom för tjufvar och lösdrifvare, och bina hafva många sådana snyltgäster såsom getingar, maskar ochsniglar, som gerna krypa in, hvar de möjligen kunna komma åt. Lyckas det dessa att undgå vaktpostbinas uppmärksamhet, blir det strid af inuti kupan, och inbrottstjufven stickes ihjäl.

Ibland händer det dock, att bina, sedan de dödat fienden, icke kunna bli qvitt hans kropp, ty en mask eller snigel är för tung för att lätt kunna bortskaffas, men skulle, ifall han finge blifva qvar, göra kupan i hög grad osund. Ur denna förlägenhet förstå imellertid de fintliga små bina att hjelpa sig genom att från växtknopparna anskaffa det gummiartade kittvaxet, ty dermed öfverdraga de helt och hållet den döda kroppen, hvilken de sålunda liksom balsamera och derigenom hindra dess förruttnelse.

Och så fortgår lifvet i denna underbara bistat. De små arbetsbina bygga, inberga, samla förråd, städa och vädra både bittida och sent, och deras lif räcker vanligen vid pass åtta månader. På denna tid hafva de till fullo medhunnit sin del af arbetet här i verlden. Blott de bin, som födts på sensommaren, lefva öfver till nästa år för att börja arbetet på våren. Visen lefver längre, förmodligen omkring två år, hvarpå äfven hon dör, efter att hafva blifvit moder åt många tusen barn.

Vi hafva redan påpekat, att i naturens sagoland allt samverkar för att bringa ordning ur en skenbar oreda. Men ehuru vi kunna antaga som en naturlig sak, att vindar och strömmar, floder och moln, ja äfven växterna, skulle följa bestämda lagar, torde vi väl knappast kunnat misstänka en sådan regelbundenhet i det verksamma, oberoende och flitiga biets lif. Och dock se vi, att äfven detta har sitt särskilda bestämda arbete att uträtta och uträttar det regelbundet och ordentligt. I dettakapitel hafva vi uteslutande sysselsatt oss med biet inom kupan och sett, huru märkvärdigt dess instinkter leda det i dess dagliga lif. Men på senare årtionden har man upptäckt, att det också förrättar ett högst egendomligt och underbart arbete i verlden utanför sitt hem, och att vi hafva biet att tacka för icke blott den honung, vi äta, men äfven till stor del för skönheten och de glada färgerna hos de blommor, det besöker, när det samlar honungen. Detta skall bli ämnet för vårt nästa kapitel, och på samma gång vi älska det lilla biet för dess oaflåtliga flit, tålamod och ordning inom kupan, skola vi säkerligen förvånas öfver den underbara naturlag, som leder det på dess omedvetna kärleksbeskickning ibland de blommor, som växa i dess grannskap.

*

TIONDE KAPITLET.

Blommor och bin.

Hvad du än må hafva haft i tankarna, innan du i dag fick fatt i boken för att läsa detta kapitel, så vill jag bedja dig nu

drifva det ut ur ditt hufvud och söka tänka dig, att du befinner dig ute i en landtlig trädgård en varm sommardag. Du har kanske sprungit omkring och lekt eller hållit på att läsa, men så blir det för varmt för att göra någonting, och du har valt ut åt dig den skuggrikaste platsen under något träd i närheten af en blomrabatt på gräsmattan och skulle kanske hafva lust att taga dig en liten lur, om det icke vore för tidigt på dagen.

Under det att du ligger der och tänker på så godt som ingenting, utom möjligen på hur trefligt det är att få vara lat ibland, märker du ett sakta surrande tätt intill dig, och du får se att en mängd bin flyga lifligt omkring bland blommorna i blomrabatten. De tyckas icke vara besvärade af hettan eller hafva lust att hvila sig; och de flyga så lätt och synas så tillfredsstälda af sin sysselsättning, att du inte gerna tröttnar på att se på dem.

Den stora humlan gör sig icke så särdeles brådtom, der hon ovigt färdas fram och sticker in sitt hufvud i riddarsporren samt dröjer qvar derinne så länge, att du nästan kan tro, att hon fallit i sömn. Det bruna biet deremot flyger brådskande och med snabb fart emellan löfkojor, luktärter och reseda. Det är tydligen ute i allvarliga ärenden och tänker taga så mycket som möjligt ur hvar blomma för att kunna få en dugtig laddning med sig hem till kupan. I somliga blommor stannar det icke ett ögonblick, utan drar hufvudet strax tillbaka, så snart det stuckit in det, liksom ville det säga: »ingen honung der!» Men i de honungsrika blommorna stannar det en stund och kraflar sig sedan ut igen med sin droppe honung och fortsätter färden för att finna mera i den nästa.

Låt oss litet närmare gifva akt på detta bi!Det fins många olika slags blommor i rabatten, men märkvärdigt nog tycks biet icke besöka än ett slag, än ett annat, utan håller sig oafbrutet till ett enda, för denna gång kanske resedorna, tills det flyger sin väg. Res dig då upp och följ det, och du skall få se, att det flyger raka vägen till kupan. Kanhända stannar det på vägen för att besöka någon enstaka reseda, men ingen annan blomma kan fresta det, förr än det har fört sin börda hem.

När det så kommer tillbaka igen, begifver det sig kanhända till ett annat slag af blommor, luktärterna t. ex., och håller sig till dem under den resan, men det är mera sannolikt att det blir sin gamla vän resedan troget hela den dagen.

Vi veta ju alla, hvarför biet gör så många resor mellan trädgården och kupan: att det håller på att samla honungsdroppar, en ur hvarje blomma, och bär dem till kupan för att förvara dem i honungskakan till föda under vintern. Hur det stufvar in dessa honungsdroppar och äfven samlar pollenkorn till bi-bröd, sågo vi i förra kapitlet; i detta vilja vi följa det på dess arbete bland blommorna och se till, hvad det i gengäld kan uträtta för dem, då ju de äro så nyttiga för bina.

Af berättelsen om en gullvifvas lif hafva vi visserligen redan lärt, att växter kunna sätta kraftigare och bättre frön, då de erhålla pollenkorn från en annan planta, än om de äro nödsakade att använda dem, som bildas på samma stånd; men jag är säker på, att det dock skall förvåna dig mycket, då du får höra, att ju mer man studerar blommor, desto mer öfvertygad blir man, att deras färger, lukt och underliga skapnad endast äro lika många lockbeten och snaror, utsatta af naturen,för att locka insekter att komma till blommorna och sålunda föra pollenkorn från den ena till den andra.

Så vidt vi veta, är det helt och hållet för detta ändamål, som växterna bilda honung i olika delar af sina blommor, stundom innesluten i små fördjupningar såsom i smörblommans kronblad, stundom fritt i klara droppar, såsom inom kaprifolieblommans krona. — Honungen tillreda växterna för insekternas räkning, och sedan hafva de alla möjliga påhitt för att locka dessa att komma och hemta den.

Du erinrar dig säkert, att stenkolsväxterna icke hade några prunkande eller i ögonen fallande blommor. Nu kunna vi förstå, hvarpå detta berodde. Det fans på den tiden inga insekter, som flögo och buro pollenkorn från blomma

till blomma, och derför behöfdes det inga färgade blommor för att locka dem. Men allt efter som flugor, fjärilar, humlor och bin började finnas på jorden, började, också blommor småningom framträda, och växterna hängde ut sina i granna färger prunkande skyltar, som ville de dermed säga: »kom till mig, och jag skall gifva dig honung, om du i stället ger mig pollenkorn, så att mina frön blifva friska och kraftiga.»

Vi kunna icke här uppehålla oss med att undersöka, hur allt detta småningom utvecklades och hur blommorna småningom klädde sig i glada färger och underliga former för att locka insekter att besöka dem; men vi vilja lära något om det sätt, hvarpå de nu draga dem till sig, och hur du sjelf skall kunna iakttaga detta, om du håller ögonen öppna.

I fall du t. ex. ger akt på de olika slagen af gräs, starr och säf, hvilka ju hafva så småblommor, att du knappast märker dem, skall du få se, att nästan inga insekter besöka dem. Ej heller skall du någonsin se bin surra omkring ekar, valnötsträd, almar och björkar. Men i och omkring de vackra och välluktande äpleblommorna eller de starkt luktande lindblommorna kan du lätt upptäcka bin, getingar och många andra insekter. Orsaken härtill är, att gräs-, starr- och säfarterna samt valnötsträden och de andra växter vi nyss nämde allesammans hafva pollenkorn i riklig mängd, och då vinden skakar dem fram och tillbaka, för den pollenkornen med sig från en blomma till en annan. Derför behöfva dessa växter icke insekterna, och det lönar icke mödan för dem att gifva bort någon honung eller att hafva vackra eller välluktande blommor att locka insekterna med.

Men hvarhelst du ser granna och lysande blommor, kan du vara viss om, att växterna ha behof af, att bin eller andra bevingade insekter komma och bära pollenkorn till dem. Snödroppen, som låter sin hvita blomma hänga ned mellan de gröna bladen, crocusblomman med dess violetta och gula färger, den prålande vallmon, den storblommiga stockrosen och solrosen, den prålande lejontanden, den vackra röda mjölkörten, senapens och rofvans i klasar sittande blommor, den vackra blåa förgätmig-ej'en och den lilla förtjusande klöfverblomman, alla dessa besökas af insekter, som lätt få syn på dem, då de ila förbi och hafva brådtom med att suga till sig honung.

Sir John Lubbock har ådagalagt, att bin icke allenast lockas af lysande färger, utan också kunna skilja en färg från en annan. Han strök honung på glasskifvor, under hvilka han lagt färgadtpapper, och sedan han vant bina att alltid finna honung på de blå glasen, torkade han dessa skifvor rena och strök i stället honung på de röda. Om nu bina endast hade ledts af honungslukten, skulle de hafva flugit till det röda glaset, men detta gjorde de icke. De begåfvo sig åstad först till det blåa, i förväntan att finna honung på den vanliga färgen, och det var först när de funno sig besvikna der, som de begåfvo sig till det röda.

Är det icke en härlig sak att kunna tänka, att de lysande, glada färger, som vi älska så mycket hos blommorna, icke endast äro till för prydnads skull, utan också äro nyttiga och förrätta sin andel i arbetet med att underhålla ett friskt lif i vår verld?

Vi få icke heller förglömma, hvad ljufva dofter kunua uträtta. Har du lagt märke till den härliga lukten, som sprides från rabatter med reseda, timjan, rosmarin eller mynta eller från blomsamlingarna på fläderbusken eller från de små ligusterblommorna? Dessa växter hafva tillgripit en annan utväg att locka insekterna: de behöfva inga klara färger, då deras lukt är ett tillförlitligt och säkert lockmedel. Om du tar dig för att räkna efter, skall du förvånas öfver att finna, hur många blommor med hvit, matt eller dunkel färg det fins, som äro välluktande, under det att granna blommor, sådana som tulpanen, fingerborgsblomman och blåklockan, hafva obetydlig eller ingen lukt. Och dock — liksom vi ju kunna finna menniskor, som ha alla möjliga tilldragande egenskaper, både skönhet och ädelmod, duglighet, godhet och vänligt väsende, så påträffa vi ock blommor, hvilka, såsom den vackra liljan, den älskliga rosen och denståtliga hyacinten, hafva på en gång vacker färg och skapnad samt en ljuflig doft.

Men vi hafva ännu icke på långt när kommit till slutet med de blommornas påhitt, hvarmed de söka försäkra sig om insekters besök. Har du icke lagt märke till, att olika blommor öppna och sluta sig vid olika tider? Tusenskönan (Bellis) öppnar sig vid soluppgången och sluter sig vid solnedgången, under det att gulltrafven (Œnothera biennis) och nattglim (Silene noctiflora) öppna sina blommor, då tusenskönorna gå till hvila.

Hvad tror du orsaken kan vara härtill? Om du uppsöker en klunga gulltrafve just i solnedgången, skall du kanske kunna gissa dig till den, ty de skola då utsända en så ljuf doft, att du icke ett ögonblick kan tvifla på, att de inbjuda nattfjärilarna att besöka dem. Tusenskönan öppnar sig om dagen, emedan den besökes af daginsekter, men dessa särskilda fjärilar, som kunna föra gulltrafvens pollenkorn, flyga endast om natten, och om denna blomma öppnade sig om dagen, skulle andra insekter stjäla bort honungen, hvilka icke hafva rätta kroppsformen eller storleken för att komma i beröring med dess ståndarknappar och sålunda icke kunna föra med sig några pollenkorn.

Samma förhållande kan du iakttaga hos caprifolium. Du skall bli öfverraskad af att märka, hur mycket starkare den luktar nattetid än på dagen. Detta beror derpå, att ligusterfjäriln med förkärlek besöker dess blommor och infinner sig mot aftonen, lockad af den starka doften, för att med sin långa snabel suga ut honungen och föra bort pollenkornen.

Vidare, finnas andra blommor, som sluta sig så snart regn är i annalkande. Rödarfven

(Anagallis arvensis) är en af dem. Denna lilla blomma sluter sig otvifvelaktigt endast för att hindra sina pollenkorn från att sköljas bort, ty den saknar honung; andra blommor göra det deremot för att skydda honungsdroppen i blomkronans botten. Gif akt på tusenskönorna till exempel, då ett oväder är att vänta. Så snart himlen blir tung och mörk, draga blomkorgarna sig tillsamman och förblifva slutna, tills solen åter lyser. De göra detta, emedan i hvar och en af deras i midten sittande små gula blommor finnes en liten droppe honung, som skulle sköljas bort, om vattnet finge spola öfver den.

Och nu kan du förstå, hvarför klockformiga blommor så ofta hänga lutande nedåt, såsom blåklockan, snödroppen, konvaljen och en mängd andra; så nätta de se ut med sina klockor blygsamt nedhängande från den veka stängeln! De böja sig ned för att skydda de honungsdroppar, som finnas inuti blomman, ty om klockan blefve full af regn eller dagg, skulle honungen bli oduglig och insekterna upphöra att besöka dem.

Men det är icke nog med, att blommorna bevara sin honung för insekterna; det gäller också att gömma den just för den rätta insektsarten. Myror äro i många fall farliga fiender till blommorna, ty de tycka lika mycket om honung som någonsin bin och fjärilar, men du kan lätt förstå, att de äro så små, att de, då de krypa in i en blomma, lätt kunna komma förbi ståndarknapparna utan att röra vid dem. Således kunna de tillgodogöra sig honungen utan att göra blomman någon återtjenst. Derför hafva också blommorna, så att säga, gjort många uppfinningar för att skydda sig mot myror och andra krypande insekter. Betrakta t. ex. den håriga stängeln på en gullvifva! I enliten myras ögon se dessa små hår ut som en tät skog, och de befria blomman från myrans besök. Tjärblomman (Lychnis viscaria) deremot har en slät, men mycket klibbig stjelk, och på den fastna de krypande insekterna, om de försöka klänga sig upp. Sniglar och maskar skulle också anfalla och bita sönder blommorna, om de icke hölles undan af taggar och törnen, sådana som vi finna hos tistlar och kardborrar. Så kunna vi steg för steg öfvertyga oss, att allt hvad en växt gör har sin mening, endast vi kunna utforska den, och att äfven det minsta lilla hår har sitt särskilda ändamål. Hafva vi väl en gång fått uppmärksamheten väckt härpå, måste väl en blomsterträdgård blifva en helt ny verld för oss, om vi blott hålla våra ögon öppna för allt, som försiggår i den.

Men då vi icke kunna hinna med många växter på en gång, så låt oss utvälja några få af dem, som bina besöka, och se till, hur de bära sig åt för att icke lemna ifrån sig sin honung utan att erhålla hjelp i ersättning. Vi vilja börja med den violetta geraniumblomman, eftersom det var af den, som vi först lärde känna insekternas betydelse för blommorna.

För mer än hundra år sedan lade en ung tysk botanist, Christian Conrad Sprengel, märke till några små fina hår, som sutto midt inne i denna blomma, rundt omkring ståndarna, och han var så viss på, att hvarje del af växten var till någon nytta, att han föresatte sig att taga reda på hvad dessa hår hade för uppgift. Han upptäckte snart, att de skyddade några små honungsglandler vid ståndarnas fot och hindrade regnet att skölja bort honungen, alldeles som våra ögonbryn hindra svetten att rinna ned i våra ögon. Detta ledde honom tillden iakttagelsen, att växterna med stor omsorg bevara sin honung åt insekterna, och så småningom lyckades han bevisa, att de gjorde detta för att locka insekterna att besöka dem och bära bort deras pollenkorn.

Fig. 57. *Gerarium sylvaticum.* Skogsgeranium. Blomman till venster har alla ståndarna liggande nere. På blomman i midten hafva fem ståndare omslutit pistillen. På blomman till höger är märket öppet, sedan alla ståndarna hafva fallit ned.

Hvad vi först skola lägga märke till hos denna lilla geraniumblomma är, att de purpurfärgade linier, som pryda dess kronblad, allesammans peka rätt på den plats, der honungen finnes vid ståndarnas fot, och påtagligen tjena till att visa biet vägen till honungen; och detta gäller om strimmorna och streckteckningen på nästan alla blommor utom sådana, som äro öppna om natten, och *hos dessa skulle*

sådana strimmor vara gagnlösa, ty insekterna skulle icke kunna se dem.

När geraniumblomman först slår ut, ligga alla de tio ståndarna tätt utmed bladen i den färgade blomkronan, såsom fallet är i blomman till venster på fig. 57, och då kunna icke bina komma åt honungen. Men inom kort börja fem af ståndarna resa sig upp och sluta sig rundt om märket eller knappen i pistillens topp, såsom vi se på den midtersta blomman på figuren. Nu tror du kanske, att de skola lemna sina pollenkorn der. Men nej! märket är så tätt slutet, att kornen icke kunna komma in i den klibbiga delen deraf. Men nu *kan* biet komma åt honungsglandeln, som sitter på utsidan af de uppresta ståndarna, och då det söker derefter, kommer dess bakdel att vidröra ståndarknapparna, der pollenkornen förvaras, och sålunda får det frömjölet med sig. När sedan alla pollenkornen i dessa fem ståndare äro borta, falla dessa ned, och de andra fem resa sig upp. Märket förblir dock fortfarande slutet, och pollenkornen från äfven dessa ståndarknappar kunna af bin föras bort till andra blommor. Till slut falla äfven dessa fem ned, och då, men icke förr, öppnar sig märket och, viker ut sina fem klibbiga flikar, som du kan se på blomman till höger på fig. 57.

Men när allt hennes eget frömjöl är borta, hur kan då blomman sjelf få något? Den får det af ett annat bi, som hemtat det från en annan och yngre blomma. Du förstår nog, att blomman, på detta sätt är hindrad från att begagna sina egna pollenkorn och tvungen att begagna sådana, som äro hemtade från en annan blomma, på det att dess frön må blifva kraftiga och friska.

En indiansk krasse, i hvars blommor vi sågo

humlan nedsticka sitt hufvud, tager ännu bättre vara på sitt frömjöl. Den förvarar sin honung längst ned i bottnen af sin långa sporre och sticker ut endast en ståndare i sänder, under det att geranium reser upp fem åt gången, och när slutligen alla ståndarna i tur och ordning varit framme, kommer det klibbiga märket sist ut för att mottaga pollenkorn från en annan blomma.

Allt detta kan du sjelf iakttaga, om du uppsöker geranier på ängarna och krasse i trädgårdarna. Men då det kan hända, att du icke

Fig. 58. Blomma af blindnässlan (Lamium album). 1. Hel. 2. Skuren midt i tu - *f,* Hårfrans, som skyddar honungen vid ståndarnas fot. — *s,* märke. — *a,* ståndarknapp. — *l,* blomkronans läpp.

får fatt i någon af dessa, skall du få höra berättelsen om en annan blomma, som är lika märkvärdigt inrättad, och hvilken du kan finna på hvilken äng som helst. Den vanliga blindnässlan (fig. 58) har icke så litet besvär med att förmå bina att hemta hennes pollenkorn. När du funnit en sådan växt, så tag en blomma från kransen af blommor, som sitta rundt omkring stjelken, och öppna den varligt, så att du kan se ned i dess kalk. Just vid dess botten varseblifver du en tät frans af hår (*f* n:r 2, fig. 58), och du kan nog genast gissa, att den sitter der för att skydda en droppe honung. Små insekter, som skulle krypa in i blomman och beröfva den dess honung utan att röra vid ståndarknapparna (a, fig. 58), kunna icke komma fram mellan dessa hår, och sålunda är droppen skyddad, tills biet kommer och tager den.

Betrakta nu ståndarna: de äro fyra till antalet *(aa),* två längre och två kortare, och de äro fullständigt täckta af den hufva, som blommans spets bildar. Hur skall då ett bi kunna komma åt dem? Om du funnes närvarande och kunde noga gifva akt på en blomma, skulle du få se, att när biet sätter sig på den breda underläppen *l* och sticker

ned sitt hufvud i blomkalken, kommer det först och främst att med sin bakdel stöta mot den lilla gaffelformade spetsen *s.* Denna spets är det klibbiga märket, och biet aflemnar på detta litet pollenkorn, som det hemtat från en annan blomma. När det sedan måste krypa ännu längre in för att nå honungen, stöter öfversta delen af dess bakdel mot ståndarknapparna *aa,* och när biet kommer ut igen, har det pollenkornen på sin bakdel i ordning att aflemna hos nästa blomma.

Kommer du ihåg från kapitlets början, attbina alltid bruka besöka samma slags blomma under samma utflykt? Du inser nu, att detta länder blommorna till stor fördel. Om ett bi begåfve sig från en blindnässla till en geranium, skulle pollenkornen gå förlorade, ty de skulle icke vara af något gagn for en annan växt än blindnässlan. Men då biet vill hafva samma slags honung för hvarje

Fig. 59. Salviablomman. 1. Blomman ar midt ituskuren och visar märket *s,* den rörliga ståndarknappen *ab, b' a'* samt ståndarsträngen *f.* 2. Bi, som intränger i blomman, tvingar ståndarknappen att intaga ställningen *a' b'* och vidröra dess bakdel. 3. Äldre blomma, hvars märke kommer i beröring med biet.

resa, besöker det samma slags blommor och aflemnar alltså pollenkornen just der de behöfvas.

Det fins ett annat slags blommor, *Salvia,* som tillhör samma familj som blindnässlan, och jag tror, att vi skola bli ense om, att det sätt, hvarpå den blomman beströr biets bakdel med pollenkorn, är i hög grad sinnrikt. Salviablomman (fig. 59) har liksom blindnässlan en hufva och en bred läpp, men i stället för fyra ståndare har Salvia endast två, i det att två äro förkrympta. De två återstående äro mycket underligt skapade: skaftet eller ståndarsträngen (1 *f)* är mycket kort, under det att knappen, som hos de flesta blommor utgöres af två små sammanvuxna knölar, här har utvecklat sig till en lång tråd *ab,* hvilken är försedd med en liten påse med pollenkorn endast i ena ändan. På fig. 59, 1, ser du endast en af dessa ståndare, emedan blomman är skuren midt itu, men i en hel blomma står en på hvardera sidan strax innanför läppen. När nu biet sticker hufvudet in i blomkalken för att nå honungen, går det midt emellan de två svängande ståndarknapparna, och i och med att det stöter emot ändan *b* och skjuter den framför sig, faller frömjölssäcken *a* rätt ned på dess rygg och strör ut pollenkornen på den. Du kan lätt undersöka detta genom att sticka ned en blyertspenna i Salvias blomma, då du får se, hur ståndarknappen böjer sig ned.

Lägg märke till, att biet icke under hela tiden rör vid det klibbiga märket, som hänger högt öfver det. Men då ståndarknapparna äro tömda och sammankrympta, blir pistillens stift längre, och märket sjunker lägre ned. Snart kommer ett annat bi, som har pollenkorn på sin bakdel, för att söka efter honung, och då det går in i blomman n:r 3 påsamma figur (59), kommer det att snudda vid märket och aflemnar der pollenkorn från en annan blomma.

Säg mig nu, om icke Salvia, som för öfrigt har så mycken likhet med blindnässlan i yttre skapnad, utvecklat en beundransvärd uppfinningsförmåga i sättet att begagna sig af binas besök?

Luktviolen (Viola odorata) och den s. k. hundviolen (Viola canina), hvilka blommor du kan plocka på hvilken äng som helst, begagna sig af ett helt annat sätt för att lemna bort sitt pollenkorn. Detta sätt är dock icke i mindre mån sinnrikt. Säkerligen har en hvar lagt märke till, hvilken oregelbunden skapnad denna blomma har, och att ett af de violetta kronbladen är försedt med en lång sporre. Längst in i denna sporre och vid de i denna sporre befintliga ståudarnas fot förvarar violblomman sin honung, och för att komma åt den måste biet tränga sig förbi den underliga krans af orangefärgade små tingestar, som sitta midt i blomman. Dessa äro ståndarknappar, fig. 60, *aa,* hvilka ha sin plats tätt omkring märket *s,* så att, då pollenkornen *p,* som äro mycket torra, komma ut ur knapparna, blifva de inneslutna mellan ståndarna liksom i en liten ask. Två af dessa ståndare hafva långa smala bihang, hvilka befinna sig inne i blommans färgade sporre och hafva honung vid sin fot. Om nu biet skakar den yttersta delen af märket *s,* öppnas ståndarknapparnas ring och de fina pollenkornen falla ned mellan dem på insekten.

Låt oss för en stund betrakta, hur underbart denna blomma är inrättad med hänsyn till spridandet af sina pollenkorn! Först och främst sitter den fäst på en smal stjelk och böjer ned sitt hufvud, så att regnet icke kan

komma åt honungen i sporren, och så att pollenkornen falla framåt i den lillaask, som de sammangyttrade ståndarknapparna bilda. Vidare äro pollenkornen alldeles torra, icke klibbiga såsom hos de flesta andra växter. Detta är för att de skola lätt falla igenom springorna, som uppstå mellan ståndarna; *stiftet* eller märkets skaft är också mycket smalt och sjelfva märket mycket bredt, så att det lätt kommer i dallring, då biet vidrör det, och derigenom tvingar ståndarknapparna att åtskiljas, under det att dessa å sin sida sträfva att tränga sig tillhopa för att bilda det skyddande höljet, ehuru icke så tätt, att icke frömjölet kan komma mellan dem, då de sättas i skakning. Om du till sist också betraktar strimmorna i blomman, skall

Fig. 60. Violblomma ituskuren, med ståndarknappar och märke förstorade. *aa,* Ståndarknappar. *s,* Märket. *p,* Pollenkorn. *h,* Honung.

du se, att de allesammans peka rätt mot ingången till sporren, der honungen är att söka, så att biet, då blomman med sin ljufva, lukt lockat det till sig, ofelbart skall begifva sig till rätt plats.

Det är två blommor till, som jag gerna ville att vi skola undersöka tillsammans, och derefter hoppas jag, att du skall med uppmärksamhet betrakta hvarje blomma, du träffar på, för att söka få reda på, hvilka insekter besöka den, och hur dess pollenkorn föras bort Dessa två blommor äro de vanliga »käringtänderna» (Lotus corniculatus) och ett visst slags nyckelblomster (Orchis mascula), som är nära slägt med det på våra fuktiga ängsmarker vanliga fläckiga nyckelblomstret eller Jungfru-Mariæ-hand.

Käringtanden (fig. 61) kan du finna nästan hvar som helst under hela sommaren, och du kan skilja den från andra växter, hvilka den är mycket lik, på dess blad, ty dessa, som för öfrigt likna hvit-och rödväpplingens, hafva utöfver de vänliga tre bladflikarna äfven två små bladflikar tätt invid stjelken. Blomman har, som du ser, samma form som en ärtblomma och hör i sjelfva verket till samma familj, som på latin kallas *Papilionacece,* på svenska vanligen *baljväxter,* men äfven *fjärilblommiga,* emedan blommorna hafva en viss likhet med en flygande fjäril.

Hos alla dessa blommor står det öfversta kronbladet (fig. 61, 1 *sta),* högt upp öfver de andra, och till följd häraf har det fått namnet *seglet.* Nedanför detta sitta två kronblad, som kallas vingar, och om du tager bort dessa, får du se, att de återstående två kronbladen *k* äro sins emellan förenade i spetsen och tillsammans hafva formen af en båtköl (2, fig. 61). Derför kallas de också »kölen». I förbigående kunna vi lägga märke till, att dessa tvåsistnämda kronblad äro försedda med en underlig liten ihålighet *d,* och om du ser efter på insidan af vingarna, får du på hvardera af dem se en liten upphöjning som passar in i ihåligheten och sålunda håller kölen tillhopa. Så småningom skola vi se, att detta är af stor vigt.

Låt oss nu betrakta en blomma, som är skuren midt i tu på längden, för att se, hvad som döljer

Fig. 61. Käringtänder *(Lotus corniculatus).* 1. Hel blomma: *sta,* seglet; *w,* vingarna; *k,* kölen. 2. Blommans köl: *d,* ihålighet, hvari en upphöjning på vingarna passar in: 3. Det inre af blomman : *s,* märket; *p,* pollenkorn; *a,* ståndare; *h,* honungens förvaringsplats.

sig inuti den. Tio ståndare tillika med pistillen äro inneslutna i kölen; nio af dessa äro sammanvuxna, men den tionde fri. Fem af ståndarknapparna brista sönder, redan innan blomman ännu slagit ut,

men de öfriga ståndarna fortfara att växa och skjuta pollenkornen, som äro mycket fuktiga och klibbiga, rätt upp i spetsen af kölen. Här ligga de, såsom du ser på figuren, (61, 3, *p),* rundt omkring märket *S,* men i likhet med förhållandet hos geraniumblomman, är detta icke ännu tillräckligt utveckladt och klibbigt för att kunna begagna sig af pollenkornen.

Antag nu, att ett bi besöker blomman. Honungen, som det söker, ligger inuti den rörformiga delen vid *h,* och då en ståndare är fri, kan det få in sin snabel. Men om det skall gagna blomman på något sätt, måste det blotta pollenmassan. Se nu, hur listigt blomman har stält till för att nå detta mål! För att dyka ned med hufvudet i blommans rör måste biet sitta på vingarna *w,* och dess vigt trycker ned dem. Men dessa äro fastlåsta vid kölen *k* genom den upphöjning, som passar in i ihåligheten *d,* och till följd häraf tryckes kölen ned, äfven den, och den

klibbiga pollenmassan blir obetäckt samt kommer rätt emot biets bakdel och fastnar der! Så snart biet hemtat sin föda och flugit sin väg, höja sig vingarna och med dem kölen samt öfvertäcka åter qvarblifven pollenmassa, som är färdig att användas nästa gång. När biet sedan begifver sig till en annan blomma och rör vid märket så väl som vid pollenmassan, qvarlemnar det främmande pollenkorn derpå, och blomman använder dem hellre än sina egna för sina frön. Men om händelsevis icke något bi infinner sig, blir märket klibbigt efter någon tid och begagnar sig af sina egna pollenkorn. Och detta är kanske ett af skälen, hvarför gökmaten är så allmän, ty den kan reda sig äfven utan biets hjelp.

Slutligen komma vi nu till nyckelblomstret (orchis). Darwin har skrifvit en hel bok om demånga underbara sätt, hvarpå orchidéer locka bin oeh andra insekter att komma och befordra deras befruktning. Endast det enklaste deraf kunna vi har omnämna, men jag tror att du sedan skall finna en sådan blomma mer lik en trollkarls hemlighetsfulla låda, än du någonsin tänkt dig att en blomma skulle kunna vara.

Fig. 62. *Orchis mascula. c, c, c,* yttre kalkblad, *co, co, co* inre kalkblad, *p,* pollenmassor, *r,* rostellum eller pung, som täcker klibbskifvorna vid pollenmassornas fot; *ss,* märket *P, pollinia* eller pollensamling i förstorad skala *a* är pollenkorn; *d* den klibbiga skifvan, som fäster sig på biets hufvud; *sv* fruktämnet; *sp* blommans sporre.

Låt oss noggrant undersöka den! Blomman har sex mörkröda kalkblad, tre, *ccc,* som bilda enyttre krans, och tre, *co, co, co,* som bilda en inre; men alla sex ha samma färg, utom det största på framsidan, hvilket kallas »läppen» och är försedt med fläckar och linier, som låta dig ana, att de peka i riktning åt honungen till.

Men hvar äro ståndarna och pistillen? Se efter rätt under den båge, som bildas af de tre böjda kalkbladen, och du skall kunna upptäcka två små remnor och i hvardera af dessa en klubbformig kropp *p, p,* hvilken du kan peta ut med spetsen af en nål. En af dessa är midt på fig. 62, vid *P,* framstäld i förstorad skala. Den är sammansatt af klibbiga pollenkorn *a,* hvilka hållas tillsammans af fina trådar vid toppen af den smala stjelken, och vid basen af denna fins en liten rund kropp *d.* Detta är allt, som i denna blomma motsvarar ståndare. Så länge dessa samlingar af pollenkorn befinna sig inom blomman, är den lilla uppsvallningen eller klibbskifvan vid basen täckt af en liten pung, *r,* hvaruti den är innesluten, och just nedanför denna pung kan du se två gulaktiga klumpar *ss,* som äro mycket klibbiga. Dessa utgöra spetsen af märket, och de sitta rätt öfver fruktämnet *sv,* som du kan se i den till höger på bilden aftecknade blomman.

Nu skola vi se till, hur denna blomma aflemnar sina pollenkorn. Då ett bi kommer till en orchidé för att söka efter honung, sätter det sig på läppen och ledes af linierna på denna att gå direkt på öppningen framför märket *ss.* I denna öppning sticker det in hufvudet och dyker ned med det i sporren *sp,* hvarest det genom att bita i bladets inre beklädnad kommer åt en smula växtsaft. Lägg märke till, att det måste bita deri, hvilket tager tid !Du inser genast, att då det går in, måste det röra vid märket och sålunda der aflemna de pollenkorn, som det har på hufvudet. Men det kommer också att vidröra det lilla locket *r,* och detta *går ögonblickligen upp, hvarigenom klibbskifvorng, som sitta vid foten af pollensamlingen, komma i beröring med dess hufvud.* Dessa klibbskifvor äro fuktiga och klibbiga, men under det att biet gnager på sporrens insida, hinna de torka en smula och fastna vid biets hufvud, så att det för dem med sig. Darwin fångade en gång ett bi, som, hade ända till sexton sådana pollenmassor fästa på hufvudet.

Men om biet kommer in i en annan blomma med dessa pollenmassor stående upprätt på hufvudet, kommer det helt enkelt att köra in dem i samma remnor på den blomman, och de kunde då icke komma i beröring med märket. Naturen har dock förutsett detta. Under det att biet flyger, torka klibbskifvorna, som fästa pollensamlingen vid dess hufvud, allt mer och mer, och dervid böja de sig och draga dermed pollensamlingarna nedåt, så att de, i stället för att som i fig. 62 vara riktade uppåt, peka nedåt, såsom i n:r 2 på samma figur.

Och när nu biet kryper in i nästa blomma, kommer det att köra dem rakt mot det klibbiga märket, och då de fastna der, brista de fina trådar, som hålla pollenkornen tillsamman, och blomman blir befruktad.

Om du nästa vår, då du är ute i skogen, plockar några sådana orchidéer och sticker ned en blyertspenna i röret på

samma sätt som biet sticker ned sitt hufvud, skall du få se, hur den lilla asken öppnar sig, och hur de tvåpollensamlingarna klibba fast vid blyertspennan. När du sedan drar ut den, skall du få se, hur de småningom böja sig framåt, och om du för in pennan i en annan blomma, skall du få se, hur pollensamlingarna falla i sär, när de träffa märket, och på det sättet har du utfört biets förrättning.

Böra icke sådana underbara anordningar som dessa komma oss att längta efter att lära känna och förstå allt det hemlighetsfulla arbete, som försiggår rundt omkring oss bland blommor, insekter och hos allt hvad lif heter? Jag har här endast kunnat berätta för dig helt litet, men jag kan försäkra dig, att ju mer du forskar, desto flere underbara saker skall du träffa på.

Visserligen hafva vi länge vetat, hur nyttig honungen var för bina, och att de icke kunde få den annat än från blommorna; dock är det först i senare tid, som man kommit underfund med, hvilken nytta biet gör blomman. Men nu, då vi fått ögonen öppnade, lär oss hvarje blomma något nytt, och vi finna att hvarje växt på det mest underbara sätt lämpar sig efter de insekter, som besöka den, både så, att de lemna dem riklig och god honung, och så, att insekterna sig sjelfva ovetande göra dem den önskade tjensten.

Och häraf få vi lära, att äfven bland insekter och växter den satsen gäller, att de, som göra mesta gagn för andra, få också mest igen. Hvarken bina eller blommorna resonnera öfver hvad de göra; de endast lefva sina lif så, som naturen leder dem, i det de hjelpa och förädla hvarandra. Hur skulle det månne gå, om en växt skulle använda alla safter för sin egen räkning och icke toge någon del deraf till att bilda den lilla honungsdroppen i sina blommor! Bina skulle snart kommaunderfund med, att dessa blommor icke voro värda deras besök, och blomman skulle icke få sina pollenkorn bortförda, utan skulle nödgas reda sig på egen hand samt derigenom blifva klen och sjuklig. Eller antag, att biet toge sig för att bita hål i blommans botten, hvilket verkligen händer understundom, och på den vägen bemäktigade sig honungen; då skulle det icke komma att föra med sig pollenkornen och sålunda upphöra att bidraga till att hålla blomman frisk och stark, blomman, hvarur det dock hemtar sin dagliga föda.

Men detta är, som du ser, icke regeln. Tvärt om, blomman föder biet, och biet hjelper blomman helt och hållet omedvetet att alstra kraftiga frön. Ja, om du en gång blir i tillfälle att läsa utförligare hvad som fins skrifvet i denna sak, skall du finna, att man har goda skäl för den tron, att kolperiodens blomlösa växter småningom hafva försett sig med blommor af liflig färg, behaglig lukt och tilldragande form endast på grund af nödvändigheten att locka insekter till sig, och sålunda hafva vi den ömsesidiga hjelpsamheten mellan bin och blommor att tacka för de älskliga blommor vi se omkring oss.

Och hafva vi ingenting att tillägga? Jo, visserligen! Blommor och insekter handla, som vi se, utan tanke på eller kunskap om hvad de göra; men den lag om ömsesidig hjelp, som leder dem, är den samma, som bjuder oss, dig och mig, att vara goda och hjelpsamma mot alla omkring oss, om vi vilja föra ett nyttigt och lyckligt lif. Och när vi se, hur den mäktiga Ande, som herskar öfver hela verlden, gör allt hvad han gör till det helas bästa, äfven i så obetydliga ting som bin ochblommor, och att skönhet och behag härleda sig från alla lefvande varelsers kamp och ansträngningar, så kunna vi, om vårt eget lif är mödosamt och striden synes oss tung, lära af blommorna, att det bästa sättet att möta våra bekymmer är att lägga af vår lilla honungsdroppe för andra, vissa om, att när de komma för att suga upp den, skola de, om också omedvetet, gifva oss ny styrka och nytt mod i ersättning.

Och härmed hafva vi kommit till slut med de ämnen, som vi valt ut ur vetenskapens sagoland. Du skall dock icke ett enda ögonblick tro, att vi i någon mån hafva uttömt detta sagolandets rika tillgångar; vi hafva tvärt om icke ens utforskat dess förgård till fullo. »Ett saltkorns historia», »En fjärils lif», eller »En myras arbete» vore ämnen, som skulle leda oss in i en féverld med nya under, lika så lockände som alla dem vi talat om i dessa kapitel. Och »En blixt», »Explosionen i en kolgrufva» eller »En vulkans utbrott» skulle göra oss närmare bekanta med förfärliga jättar, kända och fruktade sedan omätliga tider tillbaka.

Men vi hafva åtminstone kommit in genom portarna och hafva fått lära, att det fins en verld full af under, som vi kunna besöka, om vi endast sjelfva vilja, och att den är oss helt nära, gömd i hvarje daggdroppe eller vindfläkt, i hvarje bäck eller dal, i hvarje liten växt eller djur. Vi behöfva endast räcka ut handen och beröra dem med

forskningens trollspö, och de skola svara oss och uppenbara de sagolika krafter, som leda och styra dem, och sålunda kunna vi frambesvärja glada och lyckliga tankar, när som helst och livar vi än befinna oss, endast genom att tillkalla naturenstomtar och bedja dem tala till oss. Är det då icke underligt, att menniskor så ofta gå dem förbi utan en tanke och nöja sig med att växa upp i okunnighet om alla underbara krafter, som städse äro i verksamhet rundt omkring dem i verlden?

Det är ej heller endast nöje som vi erhålla genom att studera naturen. Vi kunna icke undersöka ens en fin solstråle och i tankarna utmåla för oss de små vågor, af hvilka den består och som oafbrutet utgå från solen, utan att fyllas med undran och vördnad för den underbara kraft och makt, som utvecklas i de oändligt små lika väl som i de oändligt stora företeelserna i verldsalltet. Vi kunna icke göra oss förtrogna med gravitationskraften, med kohesionen eller kristallisationen utan att nödgas inse, det naturens lagar äro oföränderliga och bestämda, och att de skola bereda oss framgång eller motgång, allt efter som vi handla okunnigt eller förståndigt, och derför skola vi taga oss till vara för att föra ett lättsinnigt, onyttigt eller lättjefullt lif. Vi kunna icke iakttaga tomten *Lifvet* i gullvifvan eller i biet utan att lära, att lefvande varelser lika väl som döda ting styras af dessa samma naturlagar. Ej heller kunna vi taga kännedom om, huru bin och blommor äro ömsesidigt afpassade för hvarandra, utan att der se ett stöd för den lärdomen, att de lyckas bäst i lifvet, hvilka medvetet eller omedvetet göra sitt bästa för att se andra till godo.

Sålunda böra våra vandringar i Vetenskapens sagoland hafva skänkt oss både glädje och kunskap samt på mer än ett sätt lärt oss, huru vi skola ordna vårt lif, under det att de tillika tjenat ett högre syfte genom att visa oss, att naturenskrafter, vare sig de framträda så som i värmet eller gravitationen eller så som i lefvande varelser, allesammans äro yttringar af den store Skaparens röst och tala till oss om Hans natur och Hans vilja.

*